

**Banco de México**  
**Documentos de Investigación**

**Banco de México**  
**Working Papers**

**Nº 2004-07**

**Análisis de las Posturas Óptimas en las Subastas  
Primarias de Títulos Gubernamentales: Resultados de  
un Enfoque Econométrico Estructural**

**Sara G. Castellanos**  
Banco de México

**Marco A. Oviedo**  
Universidad de Yale

Octubre 2004

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

# Análisis de las Posturas Óptimas en las Subastas Primarias de Títulos Gubernamentales: Resultados de un Enfoque Econométrico Estructural<sup>1</sup>

Sara G. Castellanos <sup>2</sup>  
Banco de México

Marco A. Oviedo <sup>3</sup>  
Universidad de Yale

## Abstract

In this article we analyze the treasury securities primary auctions of the Mexican Federal Government, using a structural econometric model of Février, Préget and Visser (2002). This model allows to make revenue comparisons across auction formats. Our analysis shows the revenue superiority of the uniform auction format over the discriminatory one. Comparisons with previous estimations as well as simulation exercises of the securities' value signals, suggest that this result may be explained by the winner's curse.

**Keywords:** auctions, treasury securities, winner's curse, structural econometric models.

**JEL Classification:** C71, C52.

## Resumen

En este artículo se analizan las subastas primarias de títulos de deuda pública del Gobierno Federal mediante el modelo econométrico estructural de Février, Préget y Visser (2002). Este modelo permite construir posturas óptimas y precios de equilibrio en mecanismos de subasta alternativos y comparar los ingresos provenientes de cada uno. Nuestro análisis muestra la superioridad del ingreso del formato de subasta uniforme respecto al discriminatorio. Las comparaciones con estimaciones anteriores, así como ejercicios de simulación con señales sobre el valor de los títulos, sugieren que este resultado puede ser explicado por la "maldición del ganador".

**Palabras Clave:** subastas, títulos gubernamentales, maldición del ganador, modelos econométricos estructurales.

---

<sup>1</sup>This paper's English version, "*Optimal Bidding in the Mexican Treasury Securities Primary Auctions: Results from a Structural Econometrics Approach*", is available from David Levine's Economic and Game Theory Archive (<http://levine.sscnet.ucla.edu/WORKSHOPS/biblio.php3?type=Author>). Ambos autores están en deuda con Philippe Février y Michael Visser, por compartir su experiencia sobre la programación y estimación del modelo econométrico estructural de subastas por fracción, con Gerardo Hernández Arroyo, por su colaboración para preparar las bases de datos, y con Gerardo Gómez Ruano, Mishelle Segui y Daniela Flores Rico, por su excelente colaboración en múltiples etapas de este proyecto. También agradecen los comentarios de los participantes en los seminarios de economía realizados en el Banco de México, el CIE-ITAM, la Universidad de Yale, el Encuentro Latinoamericano de la Sociedad Econométrica 2003, y la VIII Reunión de la Red de Investigadores de Banca Central del Continente Americano. De manera especial se agradecen las sugerencias de Elías Albagli, Daniel Chiquiar, Phil Haile, David Levine, Lorenza Martínez y Carlos Pérez Verdía.

<sup>2</sup>Dirección General de Investigación Económica. Email: [sgcastel@banxico.org.mx](mailto:sgcastel@banxico.org.mx).

<sup>3</sup>Email: [marco.oviedo@yale.edu](mailto:marco.oviedo@yale.edu).

## 1. Introducción

En este artículo se aplica el modelo econométrico estructural de subastas por fracciones propuesto por Février, Préget y Visser (2002) (FPV, en adelante) para analizar la distribución de las valuaciones por los títulos del Gobierno Federal de México de los postores que participan en las subastas primarias. Nuestra motivación para aplicar un marco de análisis estructural es doble. Por un lado, investigar las ventajas prácticas que pueden ofrecer los modelos econométricos estructurales con respecto a la experimentación en la evaluación de los formatos de subastas óptimos. Por el otro, evaluar la congruencia entre las estimaciones realizadas a través de modelos econométricos estructurales con las de ecuaciones reducidas.

Las subastas se han convertido en un método predominante para vender títulos gubernamentales, con el objetivo de maximizar el ingreso para el erario federal por su venta. Ello, a pesar del actual debate entre teóricos y entre diseñadores de política económica sobre cuál formato particular de subasta produce mayores ingresos. Sin embargo, debido a las sumas enormes de dinero implicadas, en la consecución de la meta de maximizar ingresos las agencias encargadas de dichas ventas son muy sensibles a la necesidad de evitar respuestas innecesarias que podrían ahuyentar a los inversionistas de los mercados.<sup>1</sup> Respecto a esta preocupación, una encuesta muy conocida sobre mercados de títulos gubernamentales en el mundo realizada en 1994 (Bartolini y Cottarelli, 1994) reportó que dentro de una muestra de 77 países, 42 de ellos empleó una técnica de venta de subastas. Además, dentro de este grupo, 40 países emplearon el formato discriminatorio del precio, 2 países emplearon el formato uniforme del precio y el país restante un método

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, en septiembre de 1991, después de que el banco de inversión Solomon Brothers admitiera haber realizado deliberadas y repetidas violaciones de las reglas de la subasta del Erario Federal de Estados Unidos, comenzando en 1990, el departamento de hacienda (*Treasury Department*), el banco central (*Federal Reserve Bank*) y la comisión de valores (*Securities Exchange Commission*) de ese país emprendieron una revisión conjunta de su mercado de títulos gubernamentales. El informe abordó una amplia gama de temas del mercado de títulos gubernamentales incluyendo la necesidad de consolidar la aplicación de las reglas de subasta del erario federal; la necesidad de automatizar las subastas; el cambio potencial en las técnicas de subastas del erario federal y políticas de administración de deuda; así como el papel de los distribuidores primarios. Según el reporte conjunto (*Joint Report*), las tres agencias consideraron que cualquier degradación en el funcionamiento del mercado de títulos gubernamentales resultaría en mayores costos para los contribuyentes. En ese entonces, un aumento en los costos financieros de solamente un punto base (un centésimo de un punto porcentual) costaría a contribuyentes más de \$300 millones de dólares al año.

híbrido.<sup>2</sup> Solamente 7 países de esa muestra habían cambiado de un formato a otro; en particular, del formato uniforme al formato discriminatorio (Bélgica, Tanzania, Francia, Gambia, Italia, México y Estados Unidos). Estos episodios constituyeron los únicos "experimentos naturales" que estaban disponibles para los propósitos de análisis en aquella época. A la fecha no hay muchos otros países que hayan alternado entre los formatos discriminatorios y uniformes desde entonces.<sup>3</sup> Quizás el caso más conocido ocurrió otra vez en Estados Unidos, en donde el formato discriminatorio fue substituido por el formato uniforme en 1999. Esto, después de realizar la única serie explícita (pero no concluyente) de experimentos en formatos de subasta de títulos gubernamentales.<sup>4</sup> Por lo tanto, pensamos que esta consideración favorece el uso de los modelos econométricos estructurales para este tipo de comparaciones: el investigador no requiere datos sobre los resultados obtenidos con diferentes técnicas de subasta para determinar qué ingreso genera cada formato.

Nuestra otra motivación es que pensamos que, precisamente porque es uno de los pocos países en donde diversos mecanismos de subasta se han empleado para vender los instrumentos en diferentes periodos, el estudio de los instrumentos de deuda emitidos por el Gobierno Federal de México también es interesante desde una perspectiva analítica. Estudios empíricos anteriores que han explotado tales "experimentos naturales" para analizar las propiedades generadoras de ingreso de las subastas, han usado ecuaciones econométricas de forma reducida. Umlauf (1993), quizás el más conocido entre este tipo de estudios, analiza las subastas de CETES con vencimiento a 28 días realizadas durante el período 1986-1991. La conclusión más conocida de ese estudio es que los participantes de la subasta toman en cuenta "la maldición del ganador" y, por lo tanto, presentan posturas

---

<sup>2</sup> En los formatos de subasta discriminatorio y uniforme la regla de asignación es la misma y consiste en dar a cada postor ganador la fracción del bien solicitada al precio de equilibrio. Sin embargo, la regla de pago difiere entre ambos mecanismos. En la subasta a precio uniforme todos los postores ganadores pagan el precio de equilibrio, mientras que en la subasta a precio discriminatorio por cada fracción marginal que reciben los postores ganadores pagan el precio correspondiente a su postura. Para detalles del formato híbrido que se utiliza en España, véase Mazón y Núñez (1999).

<sup>3</sup> Sin embargo, esto no implica que no ha habido otras modificaciones en estos mercados. Por ejemplo, una modificación que se ha adoptado en varios países es la práctica de abrir regularmente las emisiones de títulos gubernamentales para mejorar la agregación de la información y aumentar la disponibilidad de cada instrumento. Breedon y Ganley (1996) analizan esta innovación en los mercados de títulos gubernamentales del Reino Unido y Scalia (1998) en los de Italia.

<sup>4</sup> Para obtener mayores detalles sobre estos experimentos, véase *Uniform Price Auctions: Update of the Treasury Experience*(1995) and *Uniform Price Auctions: Update of the Treasury Experience* (1998).

más cautelosas en subastas discriminatorias cuando hay mayor incertidumbre de mercado. Como resultado de este fenómeno, cuando México sustituyó las subastas discriminatorias por las de formato uniforme en 1989, los ingresos de los postores se redujeron, y el ingreso para el vendedor se incrementó por consiguiente. El análisis de Laviada et al (1997) con datos de las subastas de CETES a 28 días llevadas a cabo entre 1995 y 1997, periodo que cubre otro episodio en el cual el erario federal mexicano cambió el formato de la subasta (esta vez del uniforme al discriminatorio), revela la misma conclusión: el formato uniforme produce mayores ingresos que el formato discriminatorio.<sup>5</sup> A pesar de esta evidencia, el formato discriminatorio de subasta se ha utilizado para vender los CETES desde esa fecha. Obviamente, el problema que surge al interpretar los parámetros obtenidos a partir de ecuaciones en forma reducida, mejor resumido en la crítica de Lucas, advierte en contra de hacer conclusiones apresuradas sobre lo que las autoridades responsables deben hacer a la luz de tales estimaciones. No obstante lo anterior, cabe señalar que en México se ha estado utilizando el formato uniforme para emitir instrumentos de deuda a tasa fija con fechas de vencimiento mayores a un año al menos desde 2001.

Tal existencia de estimaciones previas para México nos permite comparar las predicciones de un modelo econométrico estructural riguroso con aquéllas provenientes de tales modelos de ecuaciones en forma reducida. Determinar la congruencia entre los dos métodos tiene valor porque, por un lado, como mencionamos antes los parámetros de ecuaciones reducidas suelen resultar de difícil interpretación para efectos de implementación práctica. Por el otro lado, construir modelos teóricos estructurales y estimar sus contrapartes empíricas tampoco son tareas fáciles. Esta realidad se ejemplifica muy claramente en el lapso mayor a 20 años que existe entre la proposición del primer modelo teórico de subastas por fracciones (*share auction*), desarrollado por Robert Wilson en 1979, y cualquier otro trabajo proponente de una contraparte empírica para dicho modelo que pueda ser estimada, como el de FPV. En consecuencia, las formas reducidas continuarán siendo una buena primera aproximación para entender problemas económicos complejos y para integrar la teoría económica y el análisis econométrico.

---

<sup>5</sup> Véase el apéndice para un mayor detalle sobre técnicas de las ventas de CETES.

El modelo econométrico estructural de FPV se basa en el modelo de subastas por fracciones propuesto por Wilson (1979), el cual es considerado como la mejor aproximación teórica al contexto de las subastas por títulos gubernamentales.<sup>6</sup> Los elementos estructurales de interés del modelo de FPV son la función de distribución marginal del valor del bien y la función de distribución condicional de la señal dado el valor. Se especifican las dos funciones de distribución de manera paramétrica, a fin de estimar el vector de parámetros de interés. La estimación se realiza a través de un procedimiento de dos etapas. En la primera etapa, se estima la función inversa de demanda por el bien. En la segunda etapa, la función inversa de demanda estimada se inserta en la condición de Euler resultante del problema de optimización del postor del modelo de Wilson (1979). Esta condición de Euler puede interpretarse como un conjunto de restricciones de momentos que dependen de los parámetros de interés. Los estimadores, que pertenecen a la clase de estimadores semi paramétricos en dos etapas estudiados por Newey y McFadden (1994), se pueden obtener minimizando una contraparte empírica de dichas restricciones a través del método generalizado de momentos.

Una ventaja muy atractiva de este método de inferencia estadística proviene del hecho de que se basa en la condición de Euler que se deriva del problema de optimización del postor en la subasta a precio discriminatorio: aunque debe suponerse que existe una estrategia de equilibrio y que todos los postores se comportan según esta estrategia, no es necesario conocer la forma explícita de dicho equilibrio. La desventaja más importante de este método es el requerir un marco paramétrico para evaluar y comparar el desempeño de las

---

<sup>6</sup> Las características más importantes del modelo de subasta por fracciones son las siguientes. Es un modelo de valuación o valor común en el cual un sólo bien perfectamente divisible se vende a un conjunto de postores simétricos y neutrales al riesgo. Supone que el valor del bien es desconocido al momento de someter ofertas y que, antes de la subasta, los postores reciben señales independientes informativas sobre el valor del bien. La oferta de cada postor potencial consiste en un precio y una fracción del bien que el postor está dispuesto a comprar a ese precio. Cada comprador puede presentar tantas combinaciones de precios y fracciones como desea, constituyendo así una curva de demanda individual por el bien. Mediante la agregación de las curvas de demanda individuales, el subastador puede determinar el precio de equilibrio del mercado. Dado el mecanismo de asignación y el pago anunciado antes de la subasta, las fracciones del bien se asignan a los postores ganadores, quienes pagan al vendedor. Los formatos de subasta analizados por Wilson son la subasta a precio uniforme y la subasta a precio discriminatorio. En ambos formatos la regla de asignación es la misma y consiste en dar a cada postor ganador la fracción del bien solicitada al precio de equilibrio. Sin embargo, la regla de pago difiere entre ambos mecanismos. En la subasta a precio uniforme todos los postores ganadores pagan el precio de equilibrio, mientras que en la subasta a precio discriminatorio por cada fracción marginal que reciben los postores ganadores pagan el precio correspondiente a su postura.

subastas. No obstante, tal caracterización siempre permite jerarquizar los formatos de las subastas en términos del ingreso que producen.

Para estimar este modelo econométrico estructural utilizamos datos de las subastas primarias de los *Certificados de la Tesorería de la Federación* (CETES). La base de datos se construyó a partir de los resultados generales de las subastas primarias que Banco de México publica semanalmente en su sitio de Internet. Incluye 180 subastas de CETES que fueron realizadas entre enero de 2001 y abril de 2002. Estos datos incluyen las características de los instrumentos, las estadísticas sumarias de la subasta, y la distribución anónima de precios y cantidades, tanto de posturas presentadas como asignadas. Las características del mecanismo de venta de CETES y la disponibilidad de todas las variables sugeridas en el modelo econométrico estructural hacen nuestros resultados comparables a aquéllos disponibles para los mercados de instrumentos de deuda emitidos por el gobierno mexicano en años anteriores (analizados por Umlauf, 1993 y por Laviada et al, 1997) y por del gobierno francés (FPV). Dado que otros varios bancos centrales enfrentan condiciones similares para revelar los datos revelantes de las subastas que realizan, cabe resaltar otras dos ventajas de este enfoque: por un lado, el no requerir datos específicos del postor y, por el otro, el que toda la información necesaria suele estar disponible a través de fuentes públicas. En realidad, los modelos estructurales que no especifican una distribución paramétrica en su estimación generalmente requieren de datos específicos por postor (Armantier y Sahib, 2003 u Hortacsu, 2002 y 2002a) que, a su vez, son más difíciles de obtener.<sup>7</sup>

Por otra parte, planteamos un modelo del mecanismo de venta de los CETES como un juego de dos etapas, el cual sugiere un punto de corte para el cual la ecuación de Euler del modelo de Wilson es una solución válida y permite la aplicación del modelo econométrico estructural de FPV en el análisis. La razón es que desde octubre de 2000 el gobierno de México ha puesto en operación mecanismo de formadores de mercado (FMS) para mejorar la liquidez de los títulos gubernamentales en el mercado secundario y promover la inversión en esos instrumentos. Así que antes de realizar las estimaciones analizamos

---

<sup>7</sup> Por ejemplo, en los países en donde la ley protege la información de las operaciones del mercado financiero esto sucede solamente después de un período de espera que pueda durar varios años. Éste es el caso en México, desde que la Ley de Transparencia y de Adquisición de la Información se aprobó en 2002.

cómo este mecanismo puede afectar el comportamiento de postores en la subasta primaria. Con este juego de dos etapas y con la información adicional sobre la opción de la compra para los FMS, que también es publicada semanalmente por el banco central mexicano, podemos identificar el grupo de subastas que se asemejan lo más de posible a los supuestos del modelo de subasta por fracciones de Wilson. Esto también nos permite mostrar comparaciones con las demás subastas para verificar la robustez del método estructural.

Nuestros resultados sugieren que durante el periodo analizado, de enero de 2001 a abril de 2002, la subasta de formato uniforme hubiera producido mayores ingresos que la subasta de formato discriminatorio. Los ingresos de las subastas discriminatorias de CETES realizadas en ese período sumaron 79,767.05 miles de millones de pesos. En contraste, los ingresos de las subastas uniformes hipotéticas correspondientes habrían sumado 80,918.47 miles de millones de pesos; esto es 1.44 por ciento más. Esta diferencia de ingresos es mayor en la muestra de subastas donde no hay actividad de FMS en la opción de compra posterior a la subasta primaria (cuyas condiciones son más parecidas al modelo original de Wilson). En esta muestra el ingreso hipotético del mecanismo uniforme habría sumado 31,294.72 miles de millones de pesos, cifra que excede aquél del mecanismo discriminatorio por 731.69 miles de millones de pesos, una diferencia de 2.09 por ciento. Estas diferencias de ingreso son estadísticamente significativas en ambos casos.

También encontramos que para los CETES con plazo de vencimiento a 28 días la subasta discriminatoria produce ingresos más altos que la subasta uniforme; mientras que para los CETES con plazos de vencimiento de 91, 182 y 364 días el formato uniforme es el que produce el ingreso más alto de ambos. Adicionalmente, encontramos que hay una reducción sensible en el diferencial de ingresos entre ambos formatos de subasta después de mayo de 2001. Esta fecha coincide con la adopción de modificaciones al mecanismo de FMS previstas para fortalecer la competencia entre dichos agentes y, a su vez, sugiere una mejora en este mecanismo para difundir la información en el mercado secundario de los instrumentos de deuda. Es importante resaltar que, debido a que la difusión de la información se ha identificado como un factor que reduce los problemas de la información que provocan la maldición del ganador, estas medidas tenderían a reducir los beneficios de adoptar el formato de subasta uniforme. Aunado a la consideración práctica de no



ahuyentar a los inversionistas a través de reacciones exageradas por parte de la autoridad, lo anterior sugeriría que la regla de subastar los títulos con vencimiento menor que un año con un formato y los títulos con vencimiento mayor que un año es acorde con los resultados que encontramos. Además, tiene la ventaja de evitar el problema de evaluar cuál es el punto de corte adecuado cada vez.

La jerarquía del ingreso generado por las subastas que encontramos en este análisis es opuesta a la que FPV encontraron para las subastas francesas de títulos gubernamentales. Sin embargo, es el mismo resultado que se ha obtenido para las subastas mexicanas de títulos gubernamentales a través de ecuaciones reducidas. Los resultados presentes sugieren, de cuatro maneras distintas, que la razón detrás de esta superioridad de los ingresos derivados de la subasta uniforme respecto a la discriminatoria está asociada a la maldición del ganador. Primero, la comparación con los parámetros de FPV para los títulos gubernamentales franceses muestra que la varianza condicional del valor obtenido en nuestro ejercicio es considerablemente mayor que el que ellos obtienen. Esto se puede interpretar como un mayor grado de incertidumbre en el valor del bien. En segundo lugar, además de la misma jerarquía de ingresos, la comparación con los resultados anteriores de Umlauf (1993) y Laviada et al (1997) sobre las subastas de CETES con vencimiento a 28 días también muestra una relación positiva entre las ganancias de emplear el formato uniforme y la volatilidad del precio de reventa de los instrumentos. Esta es otra medida común de incertidumbre de mercado. Tercero, la comparación cruzada entre estimaciones para CETES con distinto vencimiento también muestra este patrón entre las ganancias de usar el formato uniforme y la volatilidad del precio de reventa. Cuarto, un ejercicio de simulación en el que sustituimos una de las señales de valor de la base de datos original con otra construida para exhibir una varianza mayor (es decir, mayor incertidumbre sobre el valor de reventa de los títulos) no solo produce estimaciones de los parámetros congruentes con una distribución de las señales más volátil, sino ingresos hipotéticos asociados al formato uniforme aún mayores que en el análisis original. Por lo tanto, la conexión entre la incertidumbre de mercado y la maldición del ganador que se detecta en la presente investigación sobre las subastas de los títulos gubernamentales permite reforzar la intuición básica sugerida por el enfoque de ecuaciones reducidas, así como validar el enfoque estructural.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 describe el marco institucional de las subastas de CETES. La sección 3 propone el problema formal de la optimización de un postor que participa en las subastas de CETES. La sección 4 presenta los datos. Para efectos de que el trabajo esté auto contenido, en la sección 5 explicamos brevemente el método de estimación propuesto por FPV. La sección 6 presenta los resultados de las estimaciones y la comparación de ingreso entre los formatos de subasta. La sección 7 discute las implicaciones de nuestro trabajo con respecto a la maldición del ganador. Por último, la sección 8 resume algunas conclusiones y posibles extensiones.

## **2. El Marco Institucional de la Subastas Primarias de Títulos Gubernamentales en México**

### **2.1. Los Títulos Gubernamentales**

El mercado de deuda pública en México como se conoce hasta hoy día inicia en 1978 con la primera emisión de los CETES. Los CETES son títulos de crédito al portador emitidos y liquidados por el Gobierno Federal a su vencimiento. Los plazos de vencimiento más comunes de los CETES han sido a 28, 91, 182 y 364 días. La emisión de otros títulos gubernamentales, como los Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal denominados en moneda nacional (BONDES)<sup>8</sup> o en unidades de inversión (UDIBONOS),<sup>9</sup> los Bonos de la Tesorería de la Federación (TESOBONOS), o los bonos Ajustables del Gobierno Federal (AJUSTABONOS),<sup>10</sup> data de fechas más recientes. La emisión de títulos de mayor plazo obedece en gran medida a la mejora en las principales variables macroeconómicas del país que afectan el valor de tales instrumentos. En realidad, sólo los CETES con vencimiento a 28 y a 91 días han sido emitidos ininterrumpidamente desde 1978.

Los CETES siguen siendo un instrumento de deuda pública importante del Gobierno Federal, según muestra la proporción del total de los instrumentos gubernamentales colocados en el mercado doméstico que representan estos títulos (Cuadro 1). Además, las

---

<sup>8</sup> Títulos de deuda emitidos por el Gobierno Federal con el propósito de financiar proyectos de maduración prolongada.

<sup>9</sup> La conversión a moneda nacional se realiza al precio de la UDI vigente en el día que se haga la liquidación correspondiente.

<sup>10</sup> Instrumentos de crédito a largo plazo. Son ajustables periódicamente según las variaciones del Índice Nacional de Precios al Consumidor y liquidables al vencimiento.

tasas de referencia de corto plazo, que a su vez se utilizan para valuar otros títulos tanto gubernamentales como privados, se siguen determinando a partir del rendimiento de los CETES; probablemente como resultado de la preponderancia de los títulos gubernamentales en los instrumentos del mercado de dinero y, a su vez, de la preponderancia del mercado de dinero en el mercado de valores como un todo (Cuadro 2). Todas estas características de los CETES lo hacen un buen punto de partida para cualquier análisis de los mercados de títulos gubernamentales, a pesar de haber perdido participación en el margen.

**Cuadro 1. CETES en Circulación  
(Saldo Total)**

Año	CETES		Variación Anual %	Variación en dólares %	Proporción del Total de Instrumentos Gubernamentales <sup>1</sup>	
	Pesos	Dólares			En Pesos	En Dólares
1997	137,812,544	17,081,165			0.51	0.51
1998	127,600,335	12,893,742	-7.41	-24.51	0.36	0.36
1999	129,044,534	13,585,637	1.13	5.37	0.24	0.24
2000	175,068,861	18,217,742	35.67	34.10	0.24	0.24
2001	196,673,885	21,448,703	12.34	17.74	0.26	0.26
2002	197,438,671	18,913,018	0.39	-11.82	0.23	0.23

Fuente: Banco de México

(1) Excluye Bonos de Regulación Monetaria, Bonos IPAB y Bonos del Gobierno Federal colocados en el exterior.

Miles de Pesos y Miles de Dólares.

**Cuadro 2. Circulación Total de Instrumentos Gubernamentales 1997-2002**

	Instrumento	Cetes	Bondes	Udibonos	Bonos a Tasa Fija	Otros Valores	Total de Instrumentos Gubernamentales <sup>1</sup>
1997	Pesos	137,812,544	81,768,269	36,678,360	N/E	15,950,568	272,209,741
	Dólares	17,081,165	10,134,761	4,546,096	N/E	1,976,992	33,739,014
1998	Pesos	127,600,335	151,835,597	62,833,444	N/E	10,970,484	353,239,859
	Dólares	12,893,742	15,342,663	6,349,185	N/E	1,108,544	35,694,134
1999	Pesos	129,044,534	337,270,992	80,008,050	N/E	564	546,324,140
	Dólares	13,585,637	35,507,442	8,423,141	N/E	59,377,174	57,516,280
2000	Pesos	175,068,861	420,255,890	86,644,593	34,870,116	0	716,839,460
	Dólares	18,217,742	43,732,012	9,016,274	3,628,600	0	74,594,628
2001	Pesos	196,673,885	348,988,019	94,846,730	122,329,819	0	762,838,454
	Dólares	21,448,703	38,059,656	10,343,719	13,340,948	0	83,193,026
2002	Pesos	197,438,671	343,345,208	99,767,654	235,088,796	0	875,640,329
	Dólares	18,913,018	32,889,677	9,556,929	22,519,594	0	83,879,219

Fuente: Banco de México

(1) Excluye Bonos de Regulación Monetaria, Bonos IPAB y Bonos del Gobierno Federal Colocados en el Exterior.

Miles de Pesos y Miles de Dólares

## 2.2 Las Reglas de las Subastas

En México, el mecanismo de venta de los títulos gubernamentales ha sido modificado en muchas ocasiones desde que se emitieron los primeros CETES.<sup>11</sup> Para efectos del presente análisis lo que es conveniente describir más detalladamente es el marco institucional dentro del que se desarrollan las subastas primarias de CETES durante el periodo de enero de 2001 a abril de 2002:

- En las subastas de colocación primaria sólo las casas de bolsa, instituciones de crédito y sociedades de inversión del país pueden presentar posturas y adquirir títulos.<sup>12</sup>
- La convocatoria a las subastas primarias se publica a partir de las 12:00 horas del último día hábil de la semana inmediata anterior a aquélla en que se efectuará la subasta de que se trate, en la página de internet del Banco.<sup>13</sup> En las convocatorias se dan a conocer las características de las subastas y de los títulos.<sup>14</sup> Al referirse a títulos de una misma clase, se indican la fecha de colocación, el número de la convocatoria, la clave de la emisión, el tipo de subasta de que se trate, y el monto máximo ofrecido.
- Las subastas primarias pueden ser a tasa o precio único (uniforme) o a tasa o precio múltiple (discriminatorio), de manera alternativa.
- Tratándose de las subastas de CETES, las posturas sólo podrán ser competitivas. El postor debe indicar un monto y la tasa de descuento a la que desea adquirir los títulos objeto de la subasta.<sup>15</sup> Cada postor podrá presentar una o más posturas en una misma subasta. Las posturas deben presentarse el segundo día hábil bancario inmediato anterior a la fecha de colocación de los valores por subastar, a más tardar a las 13:30 horas.

---

<sup>11</sup> Para mayor detalle, véase el cuadro A.1 del apéndice.

<sup>12</sup> Agentes específicamente autorizados por el Banco de México pueden también presentar posturas y adquirir títulos.

<sup>13</sup> <http://www.banxico.org.mx>.

<sup>14</sup> Estos anuncios se basan, a su vez, en el calendario trimestral de emisiones de deuda pública de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

<sup>15</sup> Dicha tasa se expresa en forma porcentual, cerrada a centésimas, en términos anuales y con base en años de 360 días.

- La suma de los montos de las posturas que presente cada postor para la subasta definida en cada convocatoria no debe exceder del 60 por ciento del monto máximo ofrecido para dicha subasta.
- Toda postura tiene carácter obligatorio para el postor que la presenta y es irrevocable. En caso que un postor no efectúe el pago total de los títulos que le hayan sido asignados, el Banco de México puede rescindir la compraventa por el monto no cubierto. Además, el Banco de México puede inhabilitar a dicho postor para participar en subsecuentes subastas para la colocación primaria de títulos.
- Con base a las posturas que hayan recibido asignación, se determina la tasa promedio ponderada.
- El Gobierno Federal puede determinar en cualquier subasta la tasa de descuento máxima a la que esté dispuesto a colocar los títulos objeto de la propia subasta. En estos casos, las posturas con tasas mayores no serán atendidas.<sup>16</sup>
- El Banco de México da a conocer los resultados de las subastas a cada postor en lo particular a más tardar a las 10:30 horas del día hábil inmediato siguiente a aquél en que se haya realizado la subasta de que se trate, por conducto del Sistema de Atención a Cuentahabientes del Banco de México (SIAC-BANXICO). Asimismo da a conocer los resultados generales de la subasta a más tardar a las 18:30 horas del día en que se haya celebrado la subasta a través de su sitio en internet.
- La entrega de los valores asignados se hace a través del Instituto para el Depósito de Valores (INDEVAL)<sup>17</sup>, el día en que se lleve a cabo la colocación de dichos valores, mediante el correspondiente depósito en la cuenta que le lleva el INDEVAL a cada postor. Las casas de bolsa y las instituciones de crédito deben realizar el pago de los valores en los términos dispuestos en el reglamento interior del INDEVAL. Las demás

---

<sup>16</sup> Sin embargo, desde septiembre 2002 la regla es que Hacienda puede declarar solamente la subasta entera abandonada si los tipos de descuento son demasiado altos.

<sup>17</sup> (S.D.) INDEVAL es la única empresa en México autorizada para operar como depósito de valores en los términos establecidos en la Ley del Mercado de Valores (art. 55). Esto mediante la prestación de los servicios de custodia, administración y transferencia de valores; así como la compensación y liquidación de operaciones en un ambiente de inmovilidad física.

personas deben efectuar el pago y la recepción de los valores a través de una institución de crédito o casa de bolsa.

Bajo este marco institucional tanto el modelo de subastas por fracciones propuesto por Wilson (1979) como el método de inferencia estadística del mismo propuesta por FPV parecen apropiados al contexto de las subastas por títulos gubernamentales en México.<sup>18</sup> En realidad, la similitud de las subastas de CETES con la subasta de fracciones de Wilson (1979) es mayor que la que ese modelo tiene con el mercado francés analizado por FPV, debido a que el espacio para recibir posturas no competitivas es más reducido en México que en Francia. Una postura no competitiva consiste en cierto monto de títulos por los cuales el postor paga el precio o tasa ponderada de asignación resultante de la subasta. Una razón por la que se observan menos posturas no competitivas en México es que, como indican las reglas, en las subastas primarias de CETES sólo se aceptan posturas competitivas. Otra razón es que la cantidad de títulos asignada a las posturas no competitivas de los FMS después de cada subasta representan una proporción del monto total colocado por el Gobierno Federal aún menor que la que representan en Francia.

Como se ha mencionado antes, un mecanismo de FMS ha estado en operación en el mercado desde octubre de 2000. En la sección siguiente presentamos una descripción de las reglas básicas de este mecanismo y sugerimos cómo las reglas para asignar las ofertas no competitivas de la opción de compra, en particular, hacen que el problema de un postor en las subastas de CETES difiera del problema de un postor en el modelo de la subasta por fracción.

### **2.3 Las Reglas del Mecanismo de Formadores de Mercado**

La introducción del mecanismo de FMS en octubre de 2000 forma parte de una serie de medidas implementadas por el Gobierno Federal para mejorar la liquidez del mercado de deuda pública doméstica y promover la inversión en tales instrumentos. Las instituciones de crédito y casas de bolsa interesadas en ser FMS tienen que cumplir las siguientes obligaciones:

---

<sup>18</sup> Tanto el marco institucional analizado por FPV como el analizado aquí coincidirían aún más con el modelo teórico suponiendo una solución al problema de optimización no restringida por el límite al monto máximo de asignación y que las posturas competitivas pueden tomar cualquier valor real positivo o cero.

- 1) Hacer posturas en las subastas primarias de títulos gubernamentales por al menos 20 por ciento del valor de la emisión subastada.
- 2) Proveer de manera continua cotizaciones de precios de compra y venta de títulos gubernamentales todos los días que opere el mercado a través de casas de corretaje. Estas cotizaciones de compra y venta deben estar dentro de un diferencial máximo especificado y ser por un monto mínimo de 20 millones de pesos en valor nominal de todos los instrumentos y vencimientos determinados como relevantes por el Banco de México.
- 3) Comportarse según las mejores prácticas del mercado y proporcionar a las autoridades toda la información necesaria para cuantificar su actividad en los mercados. La actividad de los FMS se cuantifica mediante un índice que pondera el volumen de sus operaciones en el mercado primario y en el mercado secundario, tanto con el público en general como con intermediarios financieros.
- 4) Establecer todos los mecanismos necesarios para su operación.

Estas obligaciones implican ciertos riesgos de operación para los FMS. Por ejemplo, se incurre en un costo de inventario muy diferente por mantener títulos gubernamentales cuando la siguiente compra ocurre una hora después que cuando ésta ocurre una semana después. Asimismo, si un FM se compromete a entregar cierta cantidad de títulos y no le son asignados en la subasta primaria, para cumplir la entrega tendría que adquirirlos de otros intermediarios, probablemente a un precio mayor. Para compensar este tipo de riesgos, los FMS adquieren los siguientes derechos:

- 1) Comprar (después de la subasta) por cuenta propia títulos gubernamentales a una tasa igual a la tasa ponderada que resulte de las subastas de cada uno de dichos títulos gubernamentales.
- 2) Realizar operaciones de préstamo de valores sobre títulos gubernamentales con el Banco de México.
- 3) Asistir a reuniones periódicas con las autoridades financieras.

Ciertos aspectos específicos de estas reglas generales han sido modificados varias veces desde entonces, como las fechas para recibir y evaluar las solicitudes de las instituciones de crédito y casas de bolsa para actuar como FMS, los ponderadores del índice asignados a cada actividad, o los montos máximos de títulos gubernamentales que los FMS pueden comprar a la tasa ponderada de asignación. En el cuadro A.2 del apéndice se resumen las principales modificaciones observadas en el periodo de análisis.

Los cambios de las reglas para determinar las cantidades máximas concedidas con esta opción de compra son particularmente relevantes para este análisis. Esta posibilidad de someter posturas no competitivas después de la subasta primaria puede afectar las posturas competitivas que los postores ofrecen en dicha competencia. La razón es que permite que los postores dividan su demanda óptima entre dos fuentes. En la primera fuente, la subasta primaria, los postores hacen frente a las condiciones de la subasta por fracción descrita por Wilson (1979) en la determinación de su respectiva estrategia óptima. En la segunda fuente, la opción de compra, hay una diferencia importante con respecto a las condiciones que los postores hacen frente en la determinación de su estrategia óptima, con respecto a la subasta primaria: sabiendo la tasa ponderada de asignación de la subasta primaria implica que no hay incertidumbre del precio en la determinación de la estrategia óptima de la opción de compra.

Existe un incentivo para ofrecer una proporción más grande de la demanda individual óptima con la opción de compra que a través de la subasta primaria que depende de la señal del valor del bien que un postor recibe: si la señal da un valor muy bajo o incierto, la demanda óptima es más baja y, por consiguiente, puede ser óptimo poner solamente una oferta no competitiva con la opción de compra. Por lo tanto, una razón de ligar las cantidades máximas concedidas con la opción de compra a las asignaciones o a las posturas presentadas en la subasta primaria, como ocurre desde enero de 2001, puede ser reducir este incentivo que debilita la competición e ingresos de la subasta primaria. Sin embargo, este incentivo es limitado por el riesgo de no recibir una asignación de los instrumentos con la opción de compra, dado que otros postores pueden también ejercitar su opción de la compra y que la fuente del sistema es más baja que en la subasta primaria. Así pues, en la sección



siguiente presentamos un problema formal de la optimización en línea con este marco institucional.

### **3. El problema de optimización de un postor en la subasta primaria cuando hay una opción de compra posterior.**

La descripción de la sección 2 sugiere un juego con información incompleta en dos etapas. En la primera etapa, los postores deciden su postura competitiva óptima según el planteamiento de Wilson (1979), pero sujetos a que la cantidad obtenida sea menor o igual que su demanda óptima respectiva. Por simplicidad, se supone que dicha demanda óptima se decide de manera exógena.<sup>19</sup> Si la cantidad obtenida es menor a la óptima y el precio ponderado de asignación es menor que el valor del bien, los postores tienen la oportunidad de presentar una postura no competitiva para ejercer la opción de compra por el monto faltante a su demanda óptima. Asimismo, debido a que el supuesto de simetría entre los postores es fundamental para obtener las ecuaciones empíricas del modelo, se supone que todos los postores tienen la posibilidad de participar en ambas etapas del juego.<sup>20</sup> A continuación se describen ambas etapas del juego.

#### **Etapas 1**

Como ya se mencionó anteriormente, en esta etapa queremos mantener el supuesto del modelo por fracción de Wilson como se presenta en FPV. Se considera un ambiente que se caracteriza por subastar un bien divisible. Existen  $n \geq 2$  participantes en la subasta, los cuales son neutrales al riesgo. El valor del bien es el mismo para todos los participantes

---

<sup>19</sup> Este supuesto obedece a que la decisión de la demanda óptima de títulos gubernamentales involucra la determinación de un portafolio óptimo. Dicho planteamiento queda fuera de los objetivos de la presente investigación porque requeriría un análisis separado.

<sup>20</sup> Las reglas para los FMS vigentes entre octubre de 2000 y de enero de 2002 que solamente cinco instituciones financieras funcionan como fabricantes de mercado. Este grupo podría ser modificado parcialmente o totalmente cada seis meses basados en las cuentas obtenidas en el mercado que hacía índice de la actividad. Después de febrero de 2002, no hay máximo al número de los fabricantes de mercado de funcionamiento y las puntuaciones del índice se evalúan trimestralmente. Esta flexibilidad de convertirse o no un fabricante de mercado es constante con la asunción que todos los postores son simétricos en ambas etapas del juego. Las reglas de los FMS vigentes entre octubre de 2000 y enero de 2002 estipulaban que sólo operarían 5 FMS. Este grupo de 5 instituciones que fungen como FMS podía modificarse cada 6 meses. A partir de febrero de 2002, el número de FMS no tiene restricción y ser modificado cada 3 meses. Esta flexibilidad para ser o no FMS es congruente con el supuesto de simetría de los postores para participar en la opción de compra.

pero es desconocido al inicio de la subasta.<sup>21</sup> Se supone que el valor del bien sigue una distribución  $F_V(v) = \Pr(V < v)$ . Antes de realizarse cada subasta, cada participante  $i=1, \dots, n$  recibe una señal privada acerca del valor del bien. La señal recibida por cada individuo es la realización de la variable aleatoria  $S_i$ . Las señales  $S_1, \dots, S_n$  se suponen independientes e idénticamente distribuidas dada  $V$ .

La distribución de  $S_i$  dado  $V$  es la misma para todos los participantes de la subasta y se denota por  $F_{S|V}(s|v) = \Pr(S_i \leq s | V = v)$ . Se supone que la señal que recibe cada participante sólo es observada por él y no por el subastador o por otros participantes potenciales. El número de participantes,  $n$ , y las distribuciones,  $F_V(\cdot)$  y  $F_{S|V}(\cdot)$ , son *conocimiento común*.<sup>22</sup>

Cada participante requiere entregar su postura al subastador, la cual esta compuesta por la fracción que requiere del bien a cada uno de los precios. Las combinaciones de precios y fracciones constituyen la demanda del bien. Sumando las funciones de demanda individuales, el subastador puede determinar el precio que equilibra el mercado, es decir, el precio en el cual la demanda agregada es igual a uno.

Así, la estrategia del participante  $i$  en la subasta primaria se define como  $x_{1i}(\cdot, \cdot)$ . Esta estrategia es una función del precio del bien  $p$  y la señal  $s_i$ , tal que cuando un participante recibe la señal  $S_i = s_i$ , su postura especifica que demandará una fracción  $x_{1i}(p, s_i)$ . En un equilibrio simétrico en estrategias óptimas  $x_{1i}(p, s_i) = x_1(\cdot, \cdot)$  para todas las  $i$ .

Con esta notación, la ecuación que define el equilibrio de mercado en la subasta primaria en función del precio de equilibrio  $p^0$  se rescribe como:

$$\sum_{j \neq i} x_1(p^0, s_j) + y_1(p^0, s_i) = 1 \quad (1)$$

---

<sup>21</sup> El supuesto más común es que el valor de los títulos está dado por su precio de reventa en el mercado secundario. Cabe notar que para que dicho precio de reventa sea único es necesario que se cumplan supuestos muy fuertes con respecto a la ausencia de fricciones y el grado en que los mercados están completos. El hecho de que en México algunos intermediarios financieros estén obligados a invertir en títulos de deuda gubernamental sugiere que este supuesto puede no cumplirse.

<sup>22</sup> Véase Fudenberg y Tirole (1992).

Tanto las señales que reciben los demás jugadores como el precio de equilibrio son desconocidos por el postor  $i$ . Por lo tanto, la distribución condicional de la variable aleatoria  $P^0$  en función de la distribución de probabilidad de la cual las señales son extraídas y de la función  $x_{1i}(p, s_i)$  es:

$$\begin{aligned} H(p; v, y_1) &= \Pr\{P^0 \leq p \mid V = v, y_1(p, s_i) = y_1, S_i = s_i\} \\ &= \Pr\left\{\sum_{j \neq i} x_1(p, S_j) \leq 1 - y_1 \mid V = v, y_1(p, s_i) = y_1, S_i = s_i\right\} \\ &= \Pr\left\{\sum_{j \neq i} x_1(p, S_j) \leq 1 - y_1 \mid V = v\right\} \end{aligned}$$

Si se emplea el formato de subasta uniforme para vender el bien, el beneficio esperado que tiene el postor  $i$ , cuando usa la estrategia  $y_1(.,.)$ , el valor del bien es  $v$ , y el precio de equilibrio es  $p^0$ , es:

$$E\left\{\int_0^\infty (V - p)y_1(p, s_i)dH(p; V, y_1(p, s_i)) \mid S_i = s_i\right\} \quad (2)$$

donde, el valor esperado es con respecto a  $V$  dado  $S_i = s_i$ . La estrategia  $x_1(.,.)$  en realidad es óptima si el máximo de la ecuación (2) se alcanza cuando  $y_1(.,.) = x_1(.,.)$ . Una solución a este problema de maximización se puede caracterizar usando las herramientas de cálculo de variaciones. La condición necesaria para que sea un máximo es que para todo  $p \in [0, \infty]$ :

$$E\{(V - p)\partial H(p; V, y_1)/\partial p + x_1(p, s_i)\partial H(p; V, y_1)/\partial y \mid S_i = s_i\} = 0 \quad (3)$$

donde las derivadas parciales de  $H$  con respecto a  $p$  y  $y$  son evaluadas en  $y_1 = x_1(p, s_i)$ . A su vez, en una subasta discriminatoria, la ganancia esperada es:

$$E\left\{\int_0^\infty \left[(V - p)y_1(p, s_i) - \int_p^{p^{\max}} y_1(u, s_i)du\right]dH(p; V, y_1(p, s_i)) \mid S_i = s_i\right\} \quad (4)$$

y la ecuación de Euler que se deriva de maximizar esta expresión es:

$$E\{(V - p)\partial H(p; V, y_1)/\partial p - H(p; V, y_1) | S_i = s_i\} = 0 \quad (5)$$

Para efectos de la estimación empírica, FPV demuestran que la ecuación de Euler se puede describir de la siguiente forma:

$$E\{(n-1) \cdot (E(V | S_1 = s_1, \dots, S_n = s_n) - p) \cdot 1\{P^0 \leq p\}\} - E\{(p - P^0) \cdot 1\{P^0 \leq p\}\} = 0 \quad (6)$$

donde el primer valor esperado se toma con respecto a las señales  $S_1, \dots, S_n$  (la variable aleatoria  $P^0$  sólo depende de las señales), el segundo con respecto a  $V$  dado  $S_1, \dots, S_n$ , el tercero con respecto a  $P^0$  y  $1\{\cdot\}$  es la función indicador. Esta condición se cumple para todo  $p \in [0, \infty]$ . Esta última versión de la ecuación de Euler es la base para el método de estimación de FPV.

La diferencia más notable del problema del postor de la etapa 1 de este juego con el del postor de Wilson (1979) es que el segundo maximiza la ecuación (2) o la ecuación (4), según se considere el formato uniforme o el discriminatorio, de manera irrestricta. A su vez, el postor de la etapa 1 de este juego maximiza la ecuación correspondiente sujeto a la siguiente restricción:<sup>23</sup>

$$y_{1i}(p, s_i) + y_{2i}(p, s_i) = y_i(p, s_i) \quad (7)$$

en donde  $y_{2i}(p, s_i)$  es la postura no competitiva para la opción de compra y  $y_i(p, s_i)$  es la demanda óptima del postor  $i$ .

## **Etapla 2**

El precio ponderado de asignación que resulta de la subasta primaria  $\bar{p}$  es:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i \in I} p_i x_{1i}(p, s_i)}{\sum_{i \in I} x_{1i}(p, s_i)} \quad (8)$$

---

<sup>23</sup> Por simplicidad, se descartan las restricciones al monto máximo que pueden solicitar los postores en la subasta primaria y en la opción de compra, de manera que sólo se analiza la solución interior del problema.

Cuando se anuncia el precio ponderado de asignación, si la postura competitiva del postor  $i$  fue asignada parcialmente o si ésta es menor que su demanda total óptima el postor hace una postura no competitiva  $x_{2i}(\bar{p}, s_i)$  que depende del precio ponderado de asignación y de su señal. Cabe observar que en esta etapa los postores aún no conocen el valor del bien, mismo que se revela hasta que el bien se revende en el mercado secundario, por lo que  $V$  aún es una variable aleatoria en la decisión.

Una vez que el subastador recibe las posturas no competitivas de todos los postores, determina la asignación que recibe cada postor y éstos realizan los pagos correspondientes. La ecuación que define el equilibrio de mercado en la etapa 2 es:

$$\sum_{j \neq i} x_2(\bar{p}, s_j) + y_2(\bar{p}, s_i) \leq \frac{1}{5} \quad (9)$$

De las reglas del mecanismo de opción de compra se deducen dos estados, según la suma de las posturas no competitivas recibidas agota o no la oferta disponible. En el primero, la suma de las posturas no competitivas recibidas es menor o igual que la oferta y, en consecuencia, a cada postor se le asigna el monto que solicitó satisfaciendo la ecuación (9). En el segundo, la suma de las posturas no competitivas recibidas excede a la oferta. En este estado, a cada postor se le asigna una cantidad menor o igual que la solicitada en su postura de acuerdo con las reglas de repartición vigentes.

Las reglas de repartición pueden estipular que la cantidad asignada a cada postor solamente sea función de la suma de las posturas recibidas, como ocurrió en México entre octubre y diciembre de 2000. En tal caso, la cantidad asignada a cada postor es

$\lambda_i \left( \sum_{i \in I} x_2(p, s_j), y_2(p, s_i) \right)$ . Pero las reglas de repartición pueden estipular una función

mucho más compleja que incluya el monto asignado al postor  $i$  en la subasta primaria, la cantidad solicitada en las posturas competitivas del postor  $i$ , o sólo cierta fracción de éstas últimas dentro de un rango de precios específico (las denominadas “posturas computables”), como ocurre desde mayo de 2001. Sin embargo, aunque la cantidad asignada a cada postor obedezca alguna regla más complicada

$\lambda_i \left( \sum_{j \in I} x_2(\bar{p}, s_j), y_2(\bar{p}, s_i), y_1(\bar{p}, s_i) \right)$ , donde  $y_1(\bar{p}, s_i)$  corresponde a las posturas de  $i$  dentro de un rango alrededor de  $\bar{p}$ , la suma de las cantidades asignadas debe ser igual a la oferta:

$$\sum_{i \in I} \lambda_i = \frac{1}{5} \quad (10)$$

Debido a que en esta etapa del juego el postor  $i$  aún no observa las señales recibidas por los demás postores, el estado final del juego es desconocido por él al momento de hacer su postura no competitiva, introduciendo el elemento de incertidumbre de cantidades en su decisión. Pero como si conoce la función  $x_2(.,.)$  y la función de distribución de la que provienen las señales  $S_j$ ,  $j \neq i$ , puede determinar la probabilidad condicional de cada estado:

$$\begin{aligned} W(\bar{p}; v, y_2) &= \Pr \left\{ \sum_{j \neq i} x_2(\bar{p}, s_j) + y_2(\bar{p}, s_i) \leq \frac{1}{5} \mid V = v, y_2(\bar{p}, s_i) = y_2, S_i = s_i \right\} \\ &= \Pr \left\{ \sum_{j \neq i} x_2(\bar{p}, S_j) \leq \frac{1}{5} - y_2(\bar{p}, s_i) \mid V = v, S_i = s_i \right\} \\ &= \Pr \left\{ \sum_{j \neq i} x_2(\bar{p}, S_j) \leq \frac{1}{5} - y_2 \mid V = v \right\} \end{aligned}$$

El beneficio esperado que tiene el postor  $i$  cuando emplea la estrategia  $y_{2i}(\bar{p}, s_i)$ , el precio ponderado de asignación es  $\bar{p}$  y el valor  $v$  es:

$$E \left\{ \int_0^\infty (V - \bar{p}) y_2(\bar{p}, s_i) dW(\bar{p}, v, s_i) + \int_0^\infty (V - \bar{p}) \lambda \left( \sum_{j \neq i} x_2(\bar{p}, S_j), y_2(\bar{p}, s_i) \right) d(1 - W(\bar{p}, v, s_i)) \mid S_i = s_i \right\} \quad (11)$$

donde, nuevamente, el valor esperado es con respecto a  $V$  dado  $S_i = s_i$ . Desde el punto de vista del postor  $i$ , la optimización de la ecuación (11) con respecto a  $y_2(\bar{p}, s_i)$  no está restringida.

Este planteamiento muestra dos puntos importantes para la estimación del modelo. Primero, dentro de este enfoque parece que el efecto en el método de estimación de ignorar las ofertas no competitivas de la opción de compra puede no ser insignificante. Por lo tanto, es importante dividir el problema de estimación en partes en las cuales la condición de primer orden dinámica del modelo de Wilson es válida. En este modelo de dos etapas de la subasta de CETES hay un punto de división obvio.<sup>24</sup> Nótese que si la solución óptima en la etapa 2 es  $x_2(.,.) = 0$ , entonces en la decisión óptima del problema de la primera etapa  $y_1(.,.) = y(.,.)$ ; en efecto, la oferta óptima competitiva coincide con la demanda individual de un postor. Por lo tanto, en este caso la solución se simplifica y coincide con la del modelo de subastas por fracción. La siguiente y obvia pregunta es cuándo ocurre esta solución. Vamos a sugerir dos conjeturas. La primera y más natural es cuando las señales de los postores muestran que el valor del bien es bajo, en particular si  $\bar{p} > V$ . La segunda es que la asignación prevista de los postores de la subasta primaria es igual a su demanda individual respectiva, es decir, si los postores tienen mucha confianza en su señal del valor.

El segundo punto se refiere a los requisitos de datos. La estimación de la contraparte empírica de una solución interior a la segunda etapa ( $x_2(.,.) > 0$ ) requiere de datos de las ofertas de todos los postores en la subasta primaria y en la opción de compra, e identificadas por postor. Nuestra base de datos no satisfacen este requisito.

#### **4. Los Datos**

La base de datos para este análisis se construye a partir de los resultados generales de las subastas primarias que el Banco de México publica después de cada subasta en su sitio de internet. Comprende 180 subastas de CETES de diferentes plazos realizadas entre enero de 2001 y abril de 2002. Estos datos incluyen las características de los instrumentos subastados, las estadísticas básicas de las subastas, y la distribución anónima de los precios y cantidades correspondientes a todas las posturas competitivas solicitadas y asignadas. En

---

<sup>24</sup> Véase Pakes (1991) para una discusión adicional sobre estimaciones dinámicas de modelos estructurales.

este periodo los CETES con plazo de 28 y de 91 días se subastaron cada 7 días, los CETES con plazo de 182 días cada 15 días, y los CETES con plazo de 364 días cada 4 semanas.<sup>25</sup>

La serie de precios del mercado secundario de los CETES proviene del vector de precios que construye y publica el Banco de México. Para realizar esta valuación de los CETES, a precios de mercado, se obtiene información diaria del mercado, la cual es enviada electrónicamente al Banco de México por las siguientes casas de corretaje: Enlaces Prebon, Eurobrokers, Remate Electrónico, SIF-Garban Intercapital, además de la información enviada por el Instituto para el Depósito de Valores (INDEVAL).<sup>26</sup>

El cuadro 3 provee información general de las subastas analizadas. De las 180 subastas de la muestra, 36.11 por ciento son de CETES a 28 días, 36.11 por ciento son de CETES a 91 días, 18.33 por ciento son de CETES a 182 días, y 9.45 por ciento son de CETES a 364 días. El monto total asignado a través de ellas asciende a aproximadamente 823,388 millones de pesos, que se distribuyen en 36.32 por ciento de CETES a 28 días, 40.79 por ciento de CETES a 91 días, 13.23 por ciento de CETES a 182 días y 9.66 por ciento de CETES a 364 días. En estas subastas participaron 3,581 postores “diferentes” mediante 13,392 posturas competitivas por aproximadamente 2,675,255 millones de pesos. El 33.64 por ciento de estas posturas fueron asignadas en su totalidad o parcialmente y el restante 66.36 por ciento fueron rechazadas. El monto total de CETES colocado por el Gobierno Federal asciende a aproximadamente 879,249 millones de pesos. Por lo tanto, el 93.65 por ciento de esta cantidad fue asignado a las posturas competitivas recibidas en las subastas primarias, mientras que el restante 6.35 por ciento fue asignado a las posturas no competitivas de los FMS en la opción de compra posterior a la subasta primaria. Como referencia, cabe señalar que los porcentajes que encuentra FPV para el mercado francés son, respectivamente, 91 por ciento y 8 por ciento (con el 1 por ciento restante correspondiendo a posturas no competitivas recibidas en la subasta primaria). Por lo tanto, su argumento de que esta cantidad de oferta no competitiva es demasiado pequeña para

---

<sup>25</sup> En realidad en la muestra hay CETES de 27, 90, 168, 181, 335 o 363 días. Tales emisiones resultan del cómputo del plazo de vencimiento según los días hábiles bancarios del año calendario y de la adopción de la práctica de “reabrir” las subastas de CETES a 182 y 364 días (véase el cuadro A.1). Estas emisiones se agrupan con los CETES a 28, 91, 182 o 364 días según su cercanía con estos plazos básicos para efectos de presentación.

<sup>26</sup> *Metodología para la Valuación de los Certificados de la Tesorería de la Federación*, Banco de México.



tener un efecto en los supuestos que apoyan su método de estimación se podría invocar en las subastas de CETES también. Pero la disponibilidad de datos permitirá que profundicemos en este aspecto después.

**Cuadro 3. Información general sobre las subastas  
(Enero 2001-Abril 2002)**

<b>Número de Subastas</b>	180
<b>CETES a 28 días</b>	65 (36.11%)
<b>CETES a 91 días</b>	65 (36.11%)
<b>CETES a 182 días</b>	33 (18.33%)
<b>CETES a 364 días</b>	17 (9.45%)
<b>Número de postores solicitantes</b>	3,581
<b>Número de posturas (competitivas) solicitantes</b>	13,393
<b>Asignadas</b>	4,506 (33.64%)
<b>No asignadas</b>	8,887 (66.36%)
<b>Monto total colocado por el Gobierno Federal<sup>1</sup></b>	879,249,141
<b>Posturas competitivas</b>	823,388,150 (93.65%)
<b>Opción de ventanilla para formadores de mercado</b>	55,860,991 (6.35%)

(1) Miles de pesos.

En el cuadro 4 se muestran los estadísticos básicos de las variables requeridas para la presente estimación, agrupando todos los CETES y separándolos según su plazo de vencimiento. Los estadísticos del grupo de todos los CETES caracterizan la muestra empleada para la presente estimación y son comparables con las estadísticas de las subastas primarias del Tesoro de Francia que utilizan FPV. La diferencia más obvia es en el plazo, que en promedio es inferior a 1 año en esta muestra y superior a 10 años en la muestra de datos de Francia. Para plazos mayores, en general, la tasa de rendimiento es más alta y el precio del mercado secundario es más bajo. Así que, según los datos, para plazos similares el precio del mercado secundario parece ser mayor en México que en Francia.

Por otra parte, las varianzas de los plazos, de las tasas de rendimiento y de los precios de mercado secundario sugieren que la muestra presente es más homogénea que la empleada por esos autores. Obsérvese, por ejemplo, que las variables de número de postores y posturas solicitantes así como de cobertura (definida como el monto total solicitado entre el monto total colocado), todas ellas indicativas del grado de competencia de las subastas, no difieren mucho entre CETES de diferente plazo. Por otra parte, aunque las estadísticas de los montos colocados sugerirían que circulan cantidades semejantes de cada plazo en el mercado no hay que olvidar que los CETES de menor plazo se subastan con mayor frecuencia que los de mayor plazo.

**Cuadro 4. Estadísticos básicos por subasta  
(Enero 2001-Abril 2002)**

TODOS los CETES							
Variable Estadístico Básico	Número de postores solicitantes	Número de posturas solicitantes	Monto colocado <sup>1</sup>	Precio mercado secundario	Tasa de rendimiento <sup>2</sup>	Plazo al vencimiento	Cobertura
Promedio	19.46	73.92	4,538,043.48	96.84	10.30	109.18	3.24
Desviación Estándar	6.13	19.59	674,815.08	3.14	3.48	94.22	0.90
Max	91	145	5,200,000	100	18.38	364	7.31
Min	12	35	3,300,000	84.81	5.26	27	1.68
Obs	180	180	180	180	180	180	180
CETES a 28 días							
Variable Estadístico Básico	Número de postores solicitantes	Número de posturas solicitantes	Monto colocado <sup>1</sup>	Precio mercado secundario	Tasa de rendimiento <sup>2</sup>	Plazo al vencimiento	Cobertura
Promedio	18.90	72.12	4,500,000.00	99.30	9.13	28.00	3.02
Desviación Estándar	2.70	16.54	0.00	0.25	3.07	0.28	0.81
Max	27.00	107.00	4,500,000.00	100.00	16.61	29.00	5.66
Min	15.00	42.00	4,500,000.00	98.74	5.65	27.00	1.70
Obs	65	65	65	65	65	65	65
CETES a 91 días							
Variable Estadístico Básico	Número de postores solicitantes	Número de posturas solicitantes	Monto colocado <sup>1</sup>	Precio mercado secundario	Tasa de rendimiento <sup>2</sup>	Plazo al vencimiento	Cobertura
Promedio	19.63	78.71	5,200,000.00	97.62	9.74	91.00	3.60
Desviación Estándar	3.41	18.68	0.00	0.78	2.93	0.28	0.87
Max	29.00	128.00	5,200,000.00	100.00	17.01	92.00	6.37
Min	13.00	35.00	5,200,000.00	95.80	5.92	90.00	2.32
Obs	65	65	65	65	65	65	65
CETES a 182 días							
Variable Estadístico Básico	Número de postores solicitantes	Número de posturas solicitantes	Monto colocado <sup>1</sup>	Precio mercado secundario	Tasa de rendimiento <sup>2</sup>	Plazo al vencimiento	Cobertura
Promedio	18.61	68.86	3,300,000.00	94.91	10.59	178.96	3.38
Desviación Estándar	3.11	20.39	0.00	1.41	2.75	5.83	1.17
Max	25.00	112.00	3,300,000.00	97.51	16.53	182.00	7.31
Min	13.00	40.00	3,300,000.00	92.11	6.49	168.00	1.78
Obs	33	33	33	33	33	33	33
CETES a 364 días							
Variable Estadístico Básico	Número de postores solicitantes	Número de posturas solicitantes	Monto colocado <sup>1</sup>	Precio mercado secundario	Tasa de rendimiento <sup>2</sup>	Plazo al vencimiento	Cobertura
Promedio	19.00	78.00	4,646,153.85	89.16	11.20	348.77	3.02
Desviación Estándar	3.34	27.70	161,324.64	2.12	2.18	14.52	0.97
Max	25.00	145.00	5,000,000.00	92.23	15.36	364.00	4.45
Min	14.00	43.00	4,500,000.00	85.61	8.34	335.00	1.68
Obs	17	17	17	17	17	17	17

(1) Miles de pesos.

(2) Tasa ponderada de asignación de la subasta primaria.

El cuadro 5 presenta estadísticas básicas por postor o postura. En cada subasta cada postor presenta 4 posturas en promedio, con una desviación estándar igual a 1. De las posturas solicitadas, en promedio 3 resultan asignadas, con una desviación estándar igual a 1. Como referencia, FPV mencionan que en las subastas de Francia y Portugal cada postor presenta 3 posturas en promedio y que en las subastas de Turquía cada postor presenta 7 posturas. Si

un postor de manera óptima distribuye su demanda individual entre un mayor número de posturas entre más dispersa sea su información con el propósito de mitigar “la maldición del ganador,” los datos sugerirían que los postores participantes de las subastas de México perciben un entorno más incierto que aquellos participantes en las subastas de Francia y Portugal, aunque menos incierto que en Turquía.<sup>27</sup> Asimismo, el precio por postura solicitada es en promedio 96.68 con una desviación estándar de 7.93; mientras que la diferencia entre el precio solicitado máximo y el mínimo es en promedio 0.38 con una desviación estándar de igual a 0.42. Estas cifras, al contrastarse con las correspondientes de Francia –que son 98.54, 7.93, 0.7 y 0.07, respectivamente- también son indicativas de que el entorno de las subastas del Gobierno Federal es más incierto que el de las subastas de ese país.

Por otra parte, la media del monto solicitado por postor es 770.63 millones de pesos y su desviación estándar es 215.11 millones de pesos mientras que los estadísticos correspondientes para los montos asignados por postor son 576.62 y 531.29 millones de pesos. Esto sugeriría que cada postor ganador recibe en promedio el 74.82 por ciento de los títulos que solicita. Sin embargo, esta expectativa de que todo postor obtenga el 75 por ciento de los títulos solicitados no es apoyada por los demás datos. Para los montos solicitados por postura solicitante la media es 204.29 millones de pesos y la desviación estándar es 61.09 millones de pesos, mientras que para los montos asignados por postura asignada los estadísticos correspondientes son 432.92 y 571.62 millones de pesos. Debido a que ambas distribuciones de posturas están truncadas en cero, estos estadísticos coinciden más con el patrón de información asimétrica entre postores.<sup>28</sup> En tal patrón los postores que presentan posturas más grandes tienen mejor información sobre el valor de los títulos gubernamentales que los postores que presentan posturas más pequeñas, razón por la que las posturas grandes resultan ganadoras más frecuentemente que las posturas pequeñas.<sup>29</sup>

---

<sup>27</sup> Para más detalles sobre este tipo de comportamiento en subastas, véase Gordy (2000).

<sup>28</sup> Nótese que la asimetría entre postores también puede ser el resultado de diferentes costos de la obtención y colocación de las ofertas de los clientes.

<sup>29</sup> Para las subastas de CETES de 28 días del período 1986-1991, Umlauf (1993), cuyos datos permiten distinguir los tamaños de los postores, también encuentra evidencia que sugiere que hay información asimétrica entre los oferentes grandes y pequeños. Puesto que en México los bancos y las casas de bolsa hacen ofertas por su cuenta y en el favor de los clientes, los intermediarios con las participaciones más altas

**Cuadro 5. Estadísticas básicas por postor o postura  
(Enero 2001-Abril 2002)**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Número de posturas solicitantes por postor solicitante</b>	3.85	0.75	7.69	0.64	3,581
<b>Monto solicitado por postor solicitante<sup>1</sup></b>	770,628.39	215,108.12	1,461,470.59	205,625.27	3,581
<b>Monto solicitado por postura solicitante<sup>1</sup></b>	204,299.71	61,087.98	418,285.71	116,342.35	13,393
<b>Número de posturas asignadas por postor asignado</b>	2.04	0.82	4.09	0.12	4,506
<b>Monto asignado por postor asignado<sup>1</sup></b>	576,621.62	531,294.24	2,600,000.00	183,333.33	4,506
<b>Monto asignado por postura asignada<sup>1</sup></b>	432,918.42	571,619.13	2,600,000.00	64,705.88	4,506
<b>Precio por postura Solicitante</b>	96.68	3.19	99.57	84.55	13,393
<b>Diferencia entre precio solicitado más alto y más bajo</b>	0.38	0.42	2.58	0.04	13,393

(1) Miles de pesos.

Para comprender mejor como funciona la opción de FMS y su vínculo con el funcionamiento de la subasta primaria, a continuación se describe una muestra construida a partir del resultado de la opción de FMS que publica semanalmente el Banco de México en su sitio de Internet después de cada ejercicio. Consiste en 158 opciones para los CETES de diferentes plazos ejercidas durante el periodo comprendido entre enero de 2001 a abril de 2002. El cuadro 6 presenta estadísticas básicas de la muestra. En primer lugar, se observa que el monto ofrecido mediante esta opción corresponde a la quinta parte del monto colocado a través de la subasta primaria, así como estipulan las reglas de la opción de compra y supusimos en el modelo (véase Cuadro A.2). Tanto el monto solicitado como el colocado son menores al ofrecido a los FMS en promedio y la moda de ambas variables es cero en todos los plazos. Esto resulta en que ambos montos, como proporción del monto colocado a través de la subasta primaria, sean menores a 10.5 por ciento en todos los plazos. Cabe observar que el hecho de que esta proporción decrezca ligeramente con el plazo de vencimiento de los CETES sugeriría que la opción de FMS funciona como un medio de obtener una cantidad de títulos mayor al máximo solicitable en la subasta primaria. Si funcionara como un mecanismo para diversificar alguna incertidumbre con respecto al valor de los títulos, la cual presumiblemente aumentaría a mayor plazo del

---

del mercado recogen probablemente más información que otras y, como consecuencia, ponen ofertas mejores. Por lo tanto, hay congruencia entre ambos sistemas de resultados.

título, se esperaría que la proporción de los montos de la opción con respecto a la subasta primaria crecieran con el plazo. Por otra parte, el examen del estadístico máximo indica que hay algunas subastas en las que el monto solicitado por los FMS excede a la oferta disponible para ellos.

**Cuadro 6. Estadísticos Básicos de la opción de compra para FMS según plazo  
(Enero 2001-Abril 2002)**

CETES a 28 días						
Variable	Monto Ofrecido <sup>1</sup>	Monto Solicitado <sup>1</sup>	Monto Colocado <sup>1</sup>	Monto Solicitado / Monto Ofrecido (%)	Monto Col. en la Subasta Primaria <sup>1</sup>	Monto Sol. / Monto Col. en la subasta primaria (%)
Estadístico Básico						
Media	900,000,000.00	471,186,288.14	342,237,135.59	52.35	4,500,000,000.00	10.47
Mediana	900,000,000.00	200,000,000.00	200,000,000.00	22.22	4,500,000,000.00	4.44
Moda	900,000,000.00	0.00	0.00	0.00	4,500,000,000.00	0.00
Desv. Estándar	0.00	614,042,270.30	365,826,041.46	68.23	0.00	13.65
Máximo	900,000,000.00	2,050,000,000.00	900,000,000.00	227.78	4,500,000,000.00	45.56
Mínimo	900,000,000.00	0.00	0.00	0.00	4,500,000,000.00	0.00
CETES a 91 días						
Variable	Monto Ofrecido <sup>1</sup>	Monto Solicitado <sup>1</sup>	Monto Colocado <sup>1</sup>	Monto Solicitado / Monto Ofrecido (%)	Monto Col. en la Subasta Primaria <sup>1</sup>	Monto Sol. / Monto Col. en la subasta primaria (%)
Estadístico Básico						
Media	1,040,000,000.00	504,718,305.08	399,983,050.85	48.53	5,196,610,169.49	9.72
Mediana	1,040,000,000.00	100,000,000.00	100,000,000.00	9.62	5,200,000,000.00	1.92
Moda	1,040,000,000.00	0.00	0.00	0.00	5,200,000,000.00	0.00
Desv. Estándar	0.00	666,345,528.35	457,764,262.91	64.07	26,037,782.20	12.82
Máximo	1,040,000,000.00	2,580,000,000.00	1,040,000,000.00	248.08	5,200,000,000.00	49.62
Mínimo	1,040,000,000.00	0.00	0.00	0.00	5,000,000,000.00	0.00
CETES a 182 días						
Variable	Monto Ofrecido <sup>1</sup>	Monto Solicitado <sup>1</sup>	Monto Colocado <sup>1</sup>	Monto Solicitado / Monto Ofrecido (%)	Monto Col. en la Subasta Primaria <sup>1</sup>	Monto Sol. / Monto Col. en la subasta primaria (%)
Estadístico Básico						
Media	660,000,000.00	241,333,333.33	222,666,666.67	36.57	3,300,000,000.00	7.31
Mediana	660,000,000.00	0.00	0.00	0.00	3,300,000,000.00	0.00
Moda	660,000,000.00	0.00	0.00	0.00	3,300,000,000.00	0.00
Desv. Estándar	0.00	323,107,042.51	287,113,258.12	48.96	0.00	9.79
Máximo	660,000,000.00	960,000,000.00	660,000,000.00	145.45	3,300,000,000.00	29.09
Mínimo	660,000,000.00	0.00	0.00	0.00	3,300,000,000.00	0.00
CETES a 364 días						
Variable	Monto Ofrecido <sup>1</sup>	Monto Solicitado <sup>1</sup>	Monto Colocado <sup>1</sup>	Monto Solicitado / Monto Ofrecido (%)	Monto Col. en la Subasta Primaria <sup>1</sup>	Monto Sol. / Monto Col. en la subasta primaria (%)
Estadístico Básico						
Media	927,142,857.14	402,857,142.86	385,000,000.00	42.71%	4,635,714,285.71	8.54%
Mediana	920,000,000.00	0.00	0.00	0.00%	4,600,000,000.00	0.00%
Moda	920,000,000.00	0.00	0.00	0.00%	4,600,000,000.00	0.00%
Desv. Estándar	31,968,390.98	492,691,642.86	468,233,176.62	52.20%	159,841,954.91	10.44%
Máximo	1,000,000,000.00	1,100,000,000.00	1,000,000,000.00	122.22%	5,000,000,000.00	24.44%
Mínimo	900,000,000.00	0.00	0.00	0.00%	4,500,000,000.00	0.00%

(1) Pesos.

Las estadísticas descritas y las reglas de asignación establecidas para la opción de compra para FMS indican que es conveniente distinguir en el ejercicio de dicha opción tres eventos:

1) cuando el conjunto de FMS no solicita títulos, 2) cuando el conjunto de FMS solicita un monto positivo menor que el ofrecido y 3) cuando el conjunto de FMS solicita un monto

mayor que el ofrecido. El cuadro 7 muestra con que frecuencia ocurren estos tres eventos. Primeramente, destaca que la distribución de frecuencias de las observaciones entre estos tres eventos es 44.94 por ciento, 38.69 por ciento y 16.45 por ciento, respectivamente, por lo que el evento más frecuente es que los FMS no presenten postura alguna en la opción de compra. Al comparar entre CETES con diferentes plazos, se observa que los episodios sin posturas del conjunto de FMS son más frecuentes -por una proporción mayor de 20 por ciento- en las opciones para CETES a 182 y 364 días que en las demás. Por otra parte, en las opciones de CETES a 182 y 364 días los episodios en los que la demanda agregada de los FMS excede a la oferta disponible se observan con menor frecuencia -por una proporción menor de 50 por ciento- que en las demás.

**Cuadro 7. Distribución de frecuencia de la opción de compra para FMS según plazo (Enero 2001-Abril 2002)**

Evento	Plazo	CETES a 28 días		CETES a 91 días		CETES a 182 días		CETES a 364 días	
		Obs	%	Obs	%	Obs	%	Obs	%
El conjunto de FMS no solicita títulos		21	36.21	25	43.10	17	58.62	8	61.54
El conjunto de FMS solicita un monto menor que el ofrecido		25	43.10	22	37.93	10	34.48	4	30.77
El conjunto de FMS solicita un monto mayor que el ofrecido		12	20.69	11	18.97	2	6.90	1	7.69
Total		58	100.00	58	100.00	29	100.00	13	100

Para concluir esta parte de la discusión, cabe añadir que cuando las opciones de compra sin ninguna oferta se sacan de la muestra, el monto colocado a los FMS a través de ésta promedia un 17 por ciento del tamaño de la emisión de la subasta primaria, con un máximo del 50 por ciento. Puesto que estas características sugieren que el problema de un postor que participe en la subasta primaria puede cambiar por la existencia de la opción de compra, separamos de la muestra original de subastas de CETES descrita, a la cual nos referiremos como "muestra I" de ahora en adelante, 71 de ellas después de las cuales no se presentó postura alguna en la opción de compra. A continuación describiremos la información total, las estadísticas por subasta, y las estadísticas por postor y por postura de esta muestra, que nombraremos "muestra II".

Según el Cuadro 8, la distribución según el plazo de la muestra II está más sesgada hacia mayores plazos que la de la muestra I, ya que en ella es 29.58, 35.21, 23.94 y 11.27 por ciento de CETES a 28, 91, 182 y 364 días, respectivamente. Esto resulta en mayores

promedios del plazo y el precio del mercado secundario y menor promedio de la tasa de rendimiento en las subastas de la muestra II que en la muestra I, como se puede ver en el Cuadro 9. En la muestra II se observa que el número de postores participantes exhibe una media y desviación estándar menores que en la muestra I, 18.92 y 3.24, respectivamente. A su vez, la variable de cobertura tiene una media menor, 3.08, y una desviación estándar mayor, 1.05, que en la muestra I. Esto se observa a pesar de que el plazo no parece afectar el valor de estos estadísticos en la muestra I y, según los estadísticos de plazo, precio de mercado secundario y tasa de rendimiento, es consistente con un valor de los títulos en la muestra II más bajo que en la muestra I.

**Cuadro 8. Información general sobre las subastas de la muestra II**

<b>Número de Subastas</b>	71
<b>CETES a 28 días</b>	21 (29.58%)
<b>CETES a 91 días</b>	25 (35.21%)
<b>Cetes a 182 días</b>	17 (23.94%)
<b>Cetes a 365 días</b>	8 (11.27%)
<b>Número de postores solicitantes</b>	1,343
<b>Número de posturas (competitivas) solicitantes</b>	5,018
<b>Asignadas</b>	1,829 (36.45%)
<b>No asignadas</b>	3,189 (63.55%)
<b>Monto total colocado por el Gobierno Federal<sup>1</sup></b>	323,788,150
<b>Posturas competitivas</b>	323,788,150 (100%)
<b>Opción de ventanilla para formadores de mercado</b>	0

(1) Miles de pesos.

**Cuadro 9. Estadísticos básicos por subasta de la muestra II**

TODOS los CETES							
Variable	Número de postores solicitantes	Número de posturas solicitantes	Monto colocado <sup>1</sup>	Precio mercado secundario	Tasa de rendimiento <sup>2</sup>	Plazo al vencimiento	Cobertura
<b>Estadístico Básico</b>							
<b>Promedio</b>	18.92	70.68	4,467,605.63	96.26	10.49	121.92	3.08
<b>Desviación Estándar</b>	3.24	20.06	724,228.58	3.56	3.16	97.61	1.05
<b>Max</b>	29.00	128.00	5,200,000.00	100.00	17.01	364.00	7.31
<b>Min</b>	13.00	35.00	3,300,000.00	85.61	6.15	28.00	1.70
<b>Obs</b>	71	71	71	71	71	71	71

(1) Miles de pesos.

(2) Tasa ponderada de asignación de la subasta primaria.

En las estadísticas por postor y por postura en el Cuadro 10 indican que el número promedio de posturas solicitantes y posturas asignadas por postor en la muestra II, es muy semejante al de la muestra I. La media del monto solicitado por postor es 722.79 millones de pesos y su desviación estándar es 225.44 millones de pesos mientras que los estadísticos correspondientes para los montos asignados por postor son 693.97 y 671.21 millones de pesos. Esto sugiere que cada postor ganador recibe en promedio el 96.01 por ciento de los títulos que solicita; lo cual resulta mayor que en la muestra I y coincide con una de las

razones mencionadas para que los FMS no presenten posturas no competitivas. Sin embargo, para los montos solicitados por postura solicitante la media es 197.31 millones de pesos y la desviación estándar es 62.02 millones de pesos, mientras que para los montos asignados por postura asignada los estadísticos correspondientes son 530.14 y 725.45 millones de pesos. Por lo tanto, la posible asimetría de información entre los participantes en las subastas de la muestra II sería más acentuada que en las de la muestra I.

**Cuadro 10. Estadísticas básicas por postor o postura de las subastas de la muestra II**

Variable	Estadístico Básico	Media	Desviación Estándar	Máximo	Mínimo	Observaciones
Número de posturas solicitantes por postor solicitante		3.70	0.65	5.19	2.47	1,343
Monto solicitado por Postor solicitante <sup>1</sup>		722,790.41	225,440.52	1,457,385.29	372,155.79	1,343
Monto solicitado por postura solicitante <sup>1</sup>		197,314.89	62,019.37	418,285.71	116,342.35	5,018
Número de posturas asignadas por postor asignado		2.12	0.82	3.71	0.31	1,829
Monto asignado por postor <sup>1</sup>		693,967.89	671,205.67	2,600,000.00	183,333.33	1,829
Monto asignado por postura asignada <sup>1</sup>		530,135.86	725,451.89	2,600,000.00	73,333.33	1,829
Precio por postura Solicitante		96.12	3.57	99.52	85.36	5,018
Diferencia entre precio solicitado más alto y más bajo		0.41	0.42	2.58	0.05	5,018

(1) Miles de pesos.

En la sección empírica se estima el modelo con las dos muestras descritas. Esto permitirá comprobar si los parámetros que se obtienen de la muestra II se asocian a un valor esperado de la valuación del bien más bajo que los derivados de la muestra I, según se ha conjeturado.

## 5. Estimación

Presentamos brevemente la metodología empírica propuesta por FPV con el fin de que este estudio contenga todos los elementos de análisis necesarios. El método de estimación que proponen FPV explota el hecho de que se cuentan con resultados de  $L$  diferentes subastas, las cuales tienen heterogeneidad observada. Sea  $l$  el índice para denominar las variables específicas a la  $l$ -ava subasta. Es de esperar que el bien que se subasta no sea idéntico entre ellas, así como que el número de participantes tampoco lo sea. Para captar esta



heterogeneidad observada, se introduce un vector común de variables,  $z_l$ , que caracterizan el bien subastado en la  $l$ -ava subasta, así como el número de postores,  $n_l$ .

Se supone que estas variables aleatorias  $(N_l, Z_l)$ ,  $l=1, \dots, L$ , son independientes e idénticamente distribuidas. El valor del bien, en la  $l$ -ava subasta, definido por  $V_l$  se supone dependiente de  $Z_l$  e independiente de  $N_l$ . De manera similar, la señal recibida por los individuos  $i$  en la subasta  $l$ , la cual denotamos como  $S_{il}$ , depende de  $Z_l$  y de  $V_l$ . Las realizaciones de los valores de  $V_1, \dots, V_L$ , condicionales en  $Z_l$ , son independientes e idénticamente distribuidas. Además,  $S_{1l}, \dots, S_{n_l}$ , son independientes condicionales en  $Z_l$  y  $V_l$  y las señales  $S_{il}$  y  $S_{i'l'}$  son también independientes condicionales en  $Z_l$  y  $Z_{l'}$  para toda  $l \neq l'$ .

Se adopta un marco paramétrico para describir las funciones de distribuciones de estas variables. La distribución condicional de  $V_l$  dado  $Z_l=z$  se denota  $F_{V|Z}(\cdot|z; \theta_1)$ , donde  $\theta_1$  es un vector de parámetros. La función de distribución condicional de las señales  $S_{il}$  dado  $V_l=v$  y  $Z_l=z$  es  $F_{S|V,Z}(\cdot|v, z; \theta_2)$ , donde  $\theta_2$  es un vector de parámetros. A partir de estas dos distribuciones se puede determinar la función de distribución de  $S_{il}$  dado  $Z_l=z$ , la cual es  $F_{S|Z}(\cdot|z; \theta)$ , donde  $\theta = (\theta_1', \theta_2')'$ .

El objetivo es encontrar un estimador de  $\theta^0$ , el valor verdadero de  $\theta$ . El método de estimación se realiza en dos etapas. La primera etapa consiste en encontrar la distribución de posturas óptimas. Primero se define la estrategia óptima como una función del precio, la señal, el número de postores, el vector de las características de la subasta y de los parámetros,  $x(p, s, n, z; \theta_0)$ . Esta estrategia es la demanda óptima del bien al precio  $p$  para un individuo  $i$  con señal  $s_i$ , cuando en la subasta participan  $n$  postores, tiene características  $z$  y el vector de parámetros es igual a  $\theta^0$ . Para cualquier  $p \in [0, \infty]$ , sea  $G(\cdot|n, z; p)$  la función de distribución de  $x(p, s, n, z; \theta_0)$  condicional en  $V_l=v$  y  $N_l=n$ . Se tiene que:

$$\begin{aligned} G(x|n, z; p) &= \Pr(x(p, S_{il}, N_l, Z_l; \theta^0) \leq x | N_l = n, Z_l = z) \\ &= \Pr(x(p, S_{il}, n, z; \theta^0) \leq x | N_l = n, Z_l = z) \\ &= \Pr(S_{il} \geq x^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta^0) | N_l = n, Z_l = z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \Pr(S_{il} \geq x^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta^0) | Z_l = z) \\
&= 1 - F_{S_{il}|Z}(S_{il} \geq x^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta^0) | z; \theta^0),
\end{aligned}$$

donde la cuarta igualdad se deriva del supuesto que  $S_{il}$  y  $N_l$  son condicionalmente independientes. Nótese que la tercera igualdad se cumple siempre y cuando la estrategia óptima sea una función decreciente de la señal. Por lo tanto:

$$x^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta^0) = F_{S_{il}|Z}^{-1}(1 - G(x | n, z; p) | z; \theta^0) \quad (12)$$

Esta demanda inversa juega un papel importante en el procedimiento de estimación. Para cualquier  $p \in [0, \infty]$  la función de distribución  $G(\cdot | \cdot; p)$  puede ser estimada no paramétricamente a partir de las posturas observadas  $x_{ilp} = x(p, s_{il}, n_l, z_l; \theta^0)$ ,  $i=1, \dots, n_l$ ,  $l=1, \dots, L$ , utilizando métodos de estimación de *kernel*.<sup>30</sup> Un estimador no paramétrico de  $G(\cdot | \cdot; p)$  es:

$$\hat{G}(x | n, z; p) = \frac{\sum_{l=1}^L \frac{1}{n_l} \sum_{i=1}^{n_l} 1\{x_{ilp} \leq x\} K\left(\frac{n - n_l}{h_N}, \frac{z - z_l}{h_z}\right)}{\sum_{l=1}^L K\left(\frac{n - n_l}{h_N}, \frac{z - z_l}{h_L}\right)} \quad (13)$$

donde  $K(\cdot, \cdot)$  es un *kernel* y  $h_N$  y  $h_z$  son los parámetros del anchura de banda. En este caso  $h_z$  es el vector de parámetros de anchura de banda para cada una de las características  $z$ .

Una vez que se tiene esta función de distribución, se rescribe la ecuación de Euler incorporando las variables específicas a cada subasta. Para la subasta  $l$  con características  $z_l$  y con  $n_l$  postores, la condición se convierte en:

$$\begin{aligned}
&E\{(n_l - 1) \cdot (E(V_l | S_{1l} = s_{1l}, \dots, S_{nl} = s_{nl}) - p) \cdot 1\{P_l^0 \leq p\} | N_l = n_l, Z_l = z_l\} \\
&- E\{(p - P_l^0) \cdot 1\{P_l^0 \leq p\} | N_l = n_l, Z_l = z_l\} = 0
\end{aligned} \quad (14)$$

---

<sup>30</sup> Pagan y Ullah (1999).

donde la variable aleatoria  $P_l^0$  representa el precio de equilibrio en la subasta  $l$  y el primer valor esperado es con respecto a  $S_{il}, \dots, S_{nl,l}$  dado  $N_l=n_l, Z_l=z_l$ . Esta condición debe cumplirse para todo  $p \in [0, \infty]$  y para todo  $l=1, \dots, L$ .

Para llevar a cabo la estimación es necesario encontrar la contraparte empírica de la ecuación (14). Esto no es trivial, ya que las señales  $s_{il}, \dots, s_{nl,l}$  no son observables. Sabemos que  $s_{il} = x^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta^0)$ , la cual es la demanda inversa. La demanda inversa se desconoce pero dada la relación (12), para cualquier  $\theta$ , es natural reemplazar la demanda inversa por:

$$\tilde{x}^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta) = F^{-1}_{s|z} \left( 1 - \hat{G}(x | n, z; p) | z; \theta \right) \quad (15)$$

Esto a su vez sugiere reemplazar las señales no observadas por  $\tilde{x}^{-1}(x, p, S_{il}, n, z; \theta)$ , para cualquier valor de  $\theta$  y considerar la siguiente contraparte empírica del lado derecho de la ecuación (14):

$$m(x_{11p}, \dots, x_{nlp}, n_1, \dots, n_L, p_1^0, \dots, p_L^0, z_1, \dots, z_L, p; \theta) = \sum_{l=1}^L \left[ (E(V_l | S_{il} = \tilde{x}^{-1}(x_{1lp}, p, n_l, z_l; \theta), \dots, S_{nl} = \tilde{x}^{-1}(x_{nlp}, p, n_l, z_l; \theta), N_l = n_l, Z_l = z_l) - p) \right. \\ \left. \times (n_l - 1) 1\{p_l^0 \leq p\} - (p - p_l^0) 1\{p_l^0 \leq p\} \right] \quad (16)$$

Dado que la ecuación (14) se cumple para un número infinito de precios, es decir, para  $p \in [0, \infty]$ , existe entonces un número infinito de momentos, y para cada uno de esos momentos teóricos, existe una contraparte empírica de la forma (16). De igual forma que FPV, el análisis se limita a usar un número fijo de momentos (T). Este número fijo estará dado por el número de subastas con las cuales se cuenta en la muestra.

La segunda etapa consiste en minimizar con respecto a  $\theta$  la suma de los T momentos empíricos al cuadrado. Es decir:

$$\hat{\theta} = \text{Arg min}_{\theta} \sum_{t=1}^T m^2(x_{11p_t}, \dots, x_{n_l p_t}, n_1, \dots, n_L, p_1^0, \dots, p_L^0, z_1, \dots, z_L, p_t; \theta) \quad (17)$$

## 6. Resultados

### 6.1 Parámetros

Las variables que se utilizan para definir la heterogeneidad observada en las subastas son el precio del mercado secundario expresado en pesos, el plazo al vencimiento del bono expresado en días y la tasa de rendimiento expresada en porcentaje, tal y como se muestran en el cuadro 4; es decir, la dimensión de  $z_l$  es igual a 3.<sup>31</sup> En la primer etapa de la estimación, se estima de forma no paramétrica la función de distribución  $G(x|n, z; p)$  utilizando el *kernel Epanechnikov*. En este tipo de estimaciones, se requiere un vector de observaciones en las cuales se evalúa el *kernel* para cada una de las variables  $z$ . Este vector de observaciones se denota  $z = (z^1, z^2, z^3)$ . Por lo tanto, el *kernel* queda de la siguiente forma:

$$K\left(\frac{n - n_l}{h_N}, \frac{z - z_l}{h_Z}\right) = K\left(\frac{n - n_l}{h_N}\right) K\left(\frac{z^1 - z_{1l}}{h_{1Z}}\right) K\left(\frac{z^2 - z_{2l}}{h_{2Z}}\right) K\left(\frac{z^3 - z_{3l}}{h_{3Z}}\right)$$

donde  $K(u) = 0.75(1 - u^2)1\{|u| \leq 1\}$  y  $h_N$ ,  $h_{1Z}$ ,  $h_{2Z}$ , y  $h_{3Z}$  son los parámetros de anchura de banda. Para hacer este cálculo se utiliza la “regla de dedo” que define cada anchura de banda como:

$$h_i = \frac{2.214s}{L^{1/7}},$$

para  $i = \{N, Z\}$ , donde  $s$  es la desviación estándar de la variable  $i$  y  $L$  el número de observaciones. Según la expresión de  $h_i$ , la razón por la que los parámetros de anchura de banda difieran entre las variables exógenas es la variabilidad de las mismas en la muestra. Se encuentra que  $h_N = 20.6216$ ,  $h_{z1} = 3.3344$ ,  $h_{z2} = 3.6252$  y  $h_{z3} = 99.8950$  para la muestra I y  $h_N = 24.1532$ ,  $h_{z1} = 4.2820$ ,  $h_{z2} = 3.8100$  y  $h_{z3} = 117.5569$  para la muestra II. Esto coincide con lo expuesto en los cuadros 5 y 10, donde se observa que el número de postores y el plazo al

---

<sup>31</sup> La tasa de rendimiento es la tasa promedio de asignación.

vencimiento exhiben mayor variabilidad que el precio de mercado secundario y el vencimiento.

Como se ha mencionado anteriormente, es indispensable escoger especificaciones paramétricas para las funciones de distribución de las señales y la valuación del bien. Las especificación seleccionadas por FPV, tienen la ventaja de que permiten obtener formas reducidas para las estrategias óptimas y los precios de equilibrio en la subasta a precio uniforme. Con esto, los ingresos de la subasta uniforme hipotética se pueden comparar con los ingresos de la subasta discriminatoria actual.

La función de distribución de  $V_l$  dado  $Z_l = z_l$  que ellos proponen es:

$$F_{V_l|Z}(v | z_l; \theta_1) = \int_0^v u^{\gamma-1} \frac{\beta_l^{\alpha_l}}{\Gamma(\alpha_l)} u^{\gamma(\alpha_l-1)} \exp[-\beta_l u^\gamma] du \quad (18)$$

donde:

$$\alpha_l = (1, z_l) \cdot \alpha$$

$$\beta_l = (1, z_l) \cdot \beta$$

y  $\Gamma(\cdot)$  es la función gamma,  $\alpha$  y  $\beta$  son vectores de parámetros de dimensión 4 por 1, y  $\gamma$  es un escalar. Si  $\gamma=1$  la distribución descrita en (18) corresponde a la distribución gamma con parámetros  $\alpha_l$  y  $\beta_l$ . En este caso,  $V_l$  sigue una distribución gamma con media condicional  $\alpha_l/\beta_l$  y varianza condicional de  $\alpha_l/\beta_l^2$ . Por el contrario, si  $\gamma \neq 1$  entonces  $V_l^\gamma$  sigue una distribución gamma con parámetros  $\alpha_l$  y  $\beta_l$ . Nótese también que  $\theta_1 = (\alpha', \beta', \gamma)$ .

La especificación que ellos escogen para la distribución de probabilidad de  $S_{il}$  dado  $V_l = v$  y  $Z_l = z$  es una distribución exponencial:

$$F_{S_{il}|V,Z}(s | v_l, z_l; \theta_2) = 1 - \exp[-sv_l^\gamma] \quad (19)$$

donde  $\gamma$  es el parámetro que también aparece en la distribución condicional de  $V_l$ . En este caso, el valor esperado condicional y la varianza condicional de  $S_{il}$  son independientes de  $z_l$ . De esta forma el vector completo de parámetros es:  $\theta = (\alpha', \beta', \gamma)$ ; es decir  $\theta$ , es de dimensión  $9 \times 1$ .

En la segunda etapa se obtiene una estimación  $\theta^0$  del valor del parámetro verdadero  $\theta$ . El estimador de este parámetro se define por la ecuación (17), donde, dada las especificaciones en las ecuaciones (18) y (19), el valor esperado condicional de  $V_l$  que aparece en el momento empírico es:

$$E(V_l | S_{il} = \tilde{x}^{-1}(x_{ilp}, p, n_l, z_l; \theta), \dots, S_{nll} = \tilde{x}^{-1}(x_{nlp}, p, n_l, z_l; \theta), N_l = n_l, Z_l = z_l) = \frac{\Gamma(n_l + \alpha_l + \frac{1}{\gamma})}{\Gamma(n_l + \alpha_l)} \frac{1}{\left( \beta_l + \sum_{i=1}^{n_l} \beta_l \left[ \frac{1}{\hat{G}^{1/\alpha_l}(x_{ilp} | n_l, z_l; p)} - 1 \right] \right)^{\frac{1}{\gamma}}} \quad (20)$$

dado que sólo un número finito de momentos son utilizados para realizar la estimación, aunque la ecuación de Euler se satisface  $p \in [0, \infty]$ , el número de momentos se escoge del número existente de precios mínimos asignados (*stop out prices*) en cada muestra. Por lo tanto,  $T=180$  para la muestra I, y  $T=71$ , para la muestra II. El cálculo de los errores estándar de los estimadores se obtiene a partir de la matriz asintótica de varianza-covarianza derivado en el apéndice C de FPV.

Los resultados de la estimación de la segunda etapa para las muestras I y II se presentan en los cuadros 11 y 12, respectivamente. Como puede observarse, todos los parámetros son significativos y diferentes a cero al 5 por ciento de nivel de confianza.

**Cuadro 11. Estimación de  $\theta$  en la segunda etapa para la muestra I**

<i>Estimador de alfa:</i>		Error estándar
Constante	-15.27710	0.97630
Precio del mercado secundario	148.42810	0.92758
Tasa de rendimiento	-12.55930	0.11267
Plazo <sup>1</sup>	-4.74920	0.43610
<i>Estimador de beta:</i>		
Constante	-29.80050	0.63808
Precio del mercado secundario	151.14290	0.60659
Tasa de rendimiento	12.93690	0.07355
Plazo <sup>1</sup>	0.38890	0.28267
<i>Gamma</i>	118.73350	0.66655

(1) Como proporción del año.

**Cuadro 12. Estimación de  $\theta$  en la segunda etapa para la muestra II**

<i>Estimador de alfa:</i>		Error estándar
Constante	7.15020	2.88818
Precio del mercado secundario	105.41850	2.71999
Tasa de rendimiento	-150.45390	0.34874
Plazo <sup>1</sup>	-3.57240	1.36952
<i>Estimador de beta:</i>		
Constante	493.54630	0.31200
Precio del mercado secundario	-7.68270	0.29487
Tasa de rendimiento	24.94770	0.03710
Plazo <sup>1</sup>	5.82230	0.14142
<i>Gamma</i>	287.84650	1.58210

(1) Como proporción del año.

Dado el valor de  $\theta$  y usando la ecuación (18), se puede calcular  $E(V_i | Z_i = z_i)$ . Una vez que se obtiene este valor, también es posible calcular la derivada de este valor esperado con respecto a cada una de las características  $z$ .  $E(V_i | Z_i = z_i)$  se expresa de la siguiente manera:

$$E(V_i | Z_i = z_i) = \int_0^{\infty} v f(v | z) dv = \frac{\Gamma\left(\alpha_i + \frac{1}{\gamma}\right)}{\Gamma(\alpha_i)} \cdot \beta_i^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (21)$$

Al calcular las derivadas y evaluarlas en la media muestral de las características, en la muestra I se encuentra que las derivadas de la ecuación (21) con respecto al precio del mercado secundario, a la tasa de rendimiento y al plazo son -0.0804, -0.1769, -0.1265 respectivamente.<sup>32</sup> El signo de la primera derivada no es intuitivo, pero los de las otras dos

<sup>32</sup> Estos valores son más bajos en magnitud que los que FPV calculan para las subastas francesas de los instrumentos. La diferencia en la magnitud de estos resultados parece ser relacionada con la magnitud de

si los son porque se espera que el valor de los títulos sea mayor si aumenta el precio del mercado secundario o si disminuye la tasa de rendimiento. Estos valores son menores que los que se encuentran para los títulos del mercado francés. Por otro lado, en la muestra II, las derivadas con respecto al precio secundario, a la tasa de rendimiento y al plazo son 0.4048, -0.5876, -0.0641. Además de la diferencia en signos, se observa una mayor sensibilidad con respecto al precio del mercado secundario y a la tasa de rendimiento, y una menor sensibilidad con respecto al plazo que en la muestra I. Estas diferencias podrían estar relacionadas con algún problema de no linealidad, de muestra pequeña o de falta de robustez.

## 6.2 Media y varianza condicional

Para la muestra I se observa una valuación estimada promedio, dadas las señales,  $E(V_I | S_{II} = s_{II}, \dots, S_{nII} = s_{nII}, Z_I = z_I)$  igual a 0.9910 y un valor promedio de  $E(V_I | Z_I = z_I)$  igual a 1.0004. Por otro lado, en la muestra II, se obtiene un promedio de  $E(V_I | S_{II} = s_{II}, \dots, S_{nII} = s_{nII}, Z_I = z_I)$  igual a 0.9899 y un promedio de  $E(V_I | Z_I = z_I)$  igual a 0.9941. Esto coincide con la conjetura formulada en la sección 3 acerca de que en las subastas donde no se observa participación en la opción de compra, son aquellas subastas en las cuales los participantes han recibido señales que indican un valor más bajo de los CETES en comparación con las demás.<sup>33</sup>

También resulta de interés comparar el diferencial que existe entre la valuación estimada, dadas las señales y las características,  $E(V_I | S_{II} = s_{II}, \dots, S_{nII} = s_{nII}, Z_I = z_I)$  y el último precio de asignación. Para la muestra I se obtiene un diferencial promedio entre ambos igual a 0.0237. Para la muestra II, este valor es de 0.0287. Por otro lado, el diferencial entre el último precio asignado y  $E(V_I | Z_I = z_I)$  es igual a 0.0332 y a 0.0329, para la muestra I y II, respectivamente. Parece más natural que el diferencial aumenta con el valor del bien porque si el bien tiene valor la competencia debe ser más fuerte y el resultante

---

gamma y de las constantes. Por ejemplo, las dos gammas calculadas en este ejercicio son más altas que la estimada en FPV.

<sup>33</sup> Las estimaciones del valor de  $E(V_I | S_{II} = s_{II}, \dots, S_{nII} = s_{nII}, Z_I = z_I)$ , el precio de mercado secundario, el último precio asignado y  $E(V_I | Z_I = z_I)$  para todas las subastas según los parámetros de cada muestra no se incluyeron por consideraciones de brevedad, pero están disponibles a petición del lector.



precio mínimo asignado debe ser más bajo. Pero los datos indican que éste es el caso solamente cuando miramos el valor medio esperado.

### 6.3 Comparación de ingresos

Como se ha mencionado anteriormente, la ventaja de los modelos estructurales es que es posible construir las estrategias óptimas y los precios de equilibrio que surgirían en una subasta con precio uniforme. La expresión explícita de la estrategia óptima que se obtiene en dicho ambiente se construye a partir de las especificaciones (18) y (19), la cual es:

$$x(p, s_{il}, n_l, z_l; \theta) = \left[ 1 - \left\{ \frac{\beta_l}{n_l} + s_{il} \right\} \left\{ \frac{\Gamma(n_l + \alpha_l)}{\Gamma(n_l + \alpha_l + 1/\gamma)} \frac{1 + \gamma}{\gamma} p \right\}^\gamma \right] / (n_l - 1) \quad (22)$$

Dado el estimador de dos etapas,  $\theta^0$  y usando la ecuación (12), es posible definir para cada postor  $i$  y subasta  $l$ , la señal estimada  $\hat{s}_{il} = F_{S|Z}^{-1}(1 - G(x_{ilp^0} | n_l, z_l; p^0) | z_l; \hat{\theta})$ . Por lo tanto, al reemplazar  $s_{il}$  por  $\hat{s}_{il}$ , se obtienen las funciones de demanda para todos los postores de la subasta  $l$ . una vez que la estrategia óptima está estimada, se puede calcular el ingreso hipotético de la subasta uniforme. Primero, el precio de equilibrio en la  $l$ -ava subasta de precio uniforme se obtiene al igualar la demanda agregada a la oferta agregada. La forma reducida de dicho precio de equilibrio, en función de las señales estimadas y los parámetros es:

$$p_l^0 = \frac{1}{1 + 1/\gamma} E(V_l | S_{1l} = s_{1l}, \dots, S_{n_l} = s_{n_l}, Z_l = z_l) = \frac{1}{1 + 1/\gamma} \frac{\Gamma(n_l + \alpha_l)}{\Gamma(n_l + \alpha_l + 1/\gamma)} \frac{1}{\left( \beta_l + \sum_{i=1}^{n_l} s_{il} \right)^{1/\gamma}} \quad (23)$$

Por lo tanto, el ingreso hipotético en la subasta uniforme  $l$  es simplemente producto del precio de equilibrio por la cantidad de títulos colocados en la subasta. Los ingresos hipotéticos que se obtienen mediante este proceso, son de 80,918.14 millones de pesos, mientras que los ingresos observados en la subasta discriminatoria son de 79,766.72 millones de pesos. Esto significa que de haber utilizado el formato de subasta uniforme, en lugar del esquema discriminatorio, el Gobierno hubiera obtenido ingresos adicionales por 1,151.42 millones de pesos, es decir 1.44 por ciento mayores. Este también parece ser el

caso cuando sólo se consideran las subastas de la muestra II. En la muestra II, se obtienen ingresos por 31,294.72 millones de pesos, los cuales son superiores en 731.69 millones de pesos a los del esquema discriminatorio, una diferencia equivalente a 2.09 por ciento.

Para probar la significancia de estas estimaciones, calculamos los intervalos de confianza de la diferencia en el ingreso a través de la técnica de remuestreo (*bootstrap*). Para la muestra I, encontramos una diferencia significativa entre la subasta discriminatoria y uniforme. La media de la diferencia es aproximadamente 6 millones de pesos, con un límite superior de 4.50 millones y un límite inferior de 4 millones. Esta diferencia es mayor en la muestra II, donde calculamos una media de 9.61 millones de pesos. Esta diferencia muestra un intervalo de confianza de 95 por ciento entre 12.53 y 5.25 millones de pesos por subasta.

**Cuadro 13. Media de la diferencia en ingresos- discriminatoria menos uniforme estimada**

	Media	Media de Remuestreo	Intervalo de confianza (95%)	
			Límite inferior	Límite superior
<b>Muestra I</b>	-6.3968	-7.4383	-8.4476	-4.5051
<b>Muestra II</b>	-9.0138	-9.6176	-12.5375	-5.2512

Millones de pesos

Calculamos el intervalo de confianza a través del remuestreo varias veces y sus gráficas no cambian a través de los cálculos. Cabe señalar que la técnica de remuestreo no se aplicó a todo el proceso de estimación de nuestro estudio puesto que calculamos los errores estándar de los estimadores estructurales como proponen FPV y éstos son significativos. La diferencia calculada en el agregado parece pequeña, pero es considerablemente negativa en cada subasta. Las funciones de densidad estimadas para la diferencia del ingreso se demuestran en las gráficas 1 y 2.

Es importante señalar otras dos características que se observan en los resultados obtenidos. La primera es que la diferencia de ingresos entre la subasta uniforme y la discriminatoria se reduce a través del periodo analizado. La segunda es que la magnitud de tal diferencia de ingresos difiere según el plazo de vencimiento de los títulos. En las subastas de CETES a 28 días se observa que en realidad el esquema de subasta discriminatorio produce ingresos mayores que el esquema de subasta uniforme. Las ganancias derivadas del esquema discriminatorio se incrementan a través del tiempo, desde un 0.3 por ciento hasta un 1.35

por ciento. Esto puede apreciarse en la gráfica 3.a. En las subastas de los CETES de los demás plazos, se observa superioridad en la subasta uniforme con respecto a la discriminatoria. Sin embargo dicho diferencial se reduce hacia el final del periodo analizado. Por ejemplo, para los CETES a 91 días, la ganancia del formato uniforme disminuye de un 2.66 por ciento hasta un pérdida de 0.28 por ciento. Para los CETES a 182 días, la ganancia se reduce de un 7 hasta un 1.4 por ciento. Finalmente, los ingresos por venta de CETES a 364 días, donde las ganancias son mayores, éstas se reducen de un 10 a un 5 por ciento. Estas tendencias pueden observarse en las Gráficas 3.b, 3.c y 3.d, respectivamente. Estas series de resultados ilustran la dificultad práctica para decidir a partir de que plazo es mejor utilizar un formato de subastas que otro. Claramente, determinar si es adecuado cambiar el formato uniforme para vender los títulos con plazo de vencimiento menor que un año como los CETES (recordemos que dicho formato ya se usa para vender títulos con vencimiento mayor que un año) requeriría mayor análisis.

Al considerar sólo las subastas de la muestra II, se observa que estos dos patrones son más pronunciados (Gráficas 4.a, 4.b, 4.c y 4.d). La ganancia promedio por la venta de CETES a 28 días es de 0.61 por ciento. Por el contrario, en la subasta con títulos a 91, 182 y 365 días, la subasta de precio uniforme presenta ingresos mayores en 1.35, 4.55 y 11.81 por ciento respectivamente.

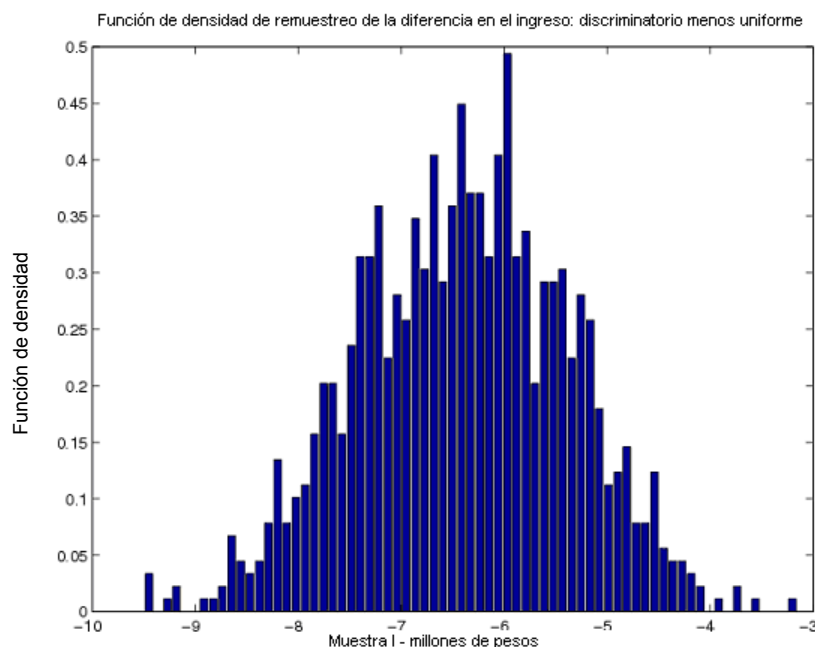
Es importante señalar que la fecha en que se observa que los ingresos de la subasta discriminatoria comienzan a incrementar de manera considerable es mayo de 2001. Esta fecha coincide con la entrada en vigor de modificaciones a las reglas de asignación en la opción de compra para los FMS, que hacen la cantidad asignada en la opción dependiente de las posturas realizadas en la subasta primaria. De esta manera, la inclusión de reglas que promueven mayor competencia entre los FMS podría haber contribuido a que en la subasta discriminatoria hubiera posturas más agresivas, y por tanto, a que el diferencial de ingresos se haya reducido.<sup>34</sup> Esto tendería a reducir las ganancias de cambiar el formato discriminatorio por el uniforme. También dificultaría la toma de decisión sobre cuáles plazos deben subastarse a través de un formato y cuáles a través de otro. Cabe recordar que en atención de la necesidad de no ahuyentar a los inversionistas a través de reacciones

---

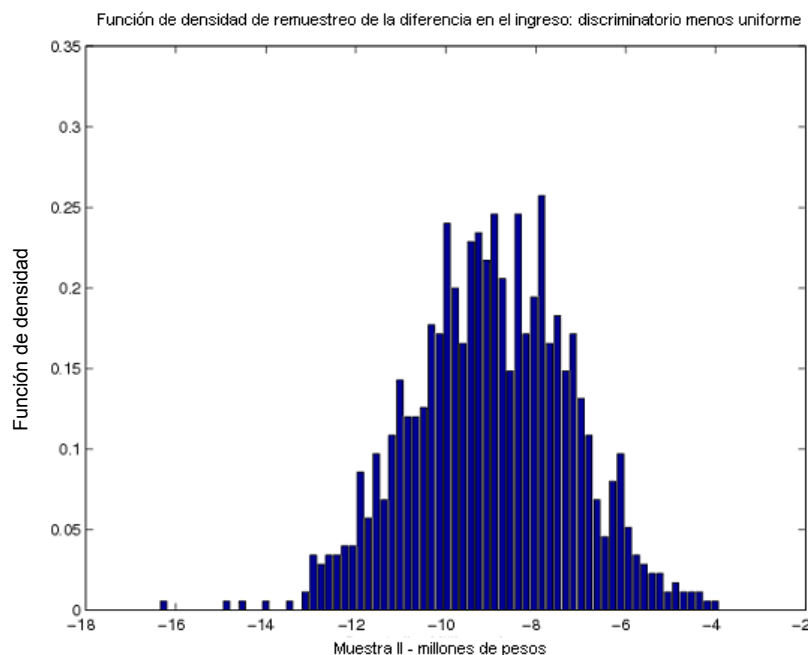
<sup>34</sup> Ver cuadro A.2 del apéndice para más detalles.

exageradas por parte de la autoridad, probablemente la mejor regla para determinar el punto de este corte para los plazos sea precisamente la más sencilla.

**Gráfico 1. Función de densidad de remuestreo de la diferencia en ingresos entre los formatos de subasta discriminatorios y uniforme para la muestra I (millones de pesos)**

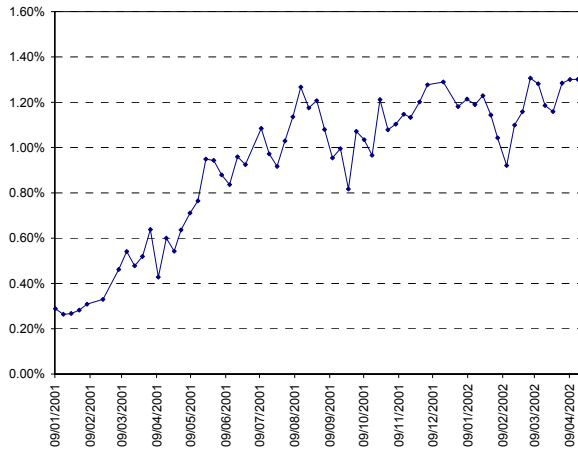


**Gráfico 2. Función de densidad de remuestreo de la diferencia en ingresos entre los formatos de subasta discriminatorios y uniforme para la muestra II (millones de pesos)**

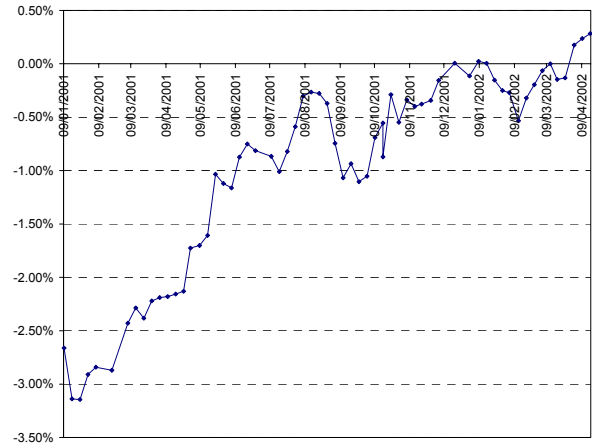


**Gráfica 3. Diferencia de ingresos  
subasta discriminatoria (observada) vs. uniforme (hipotética)  
Muestra I**

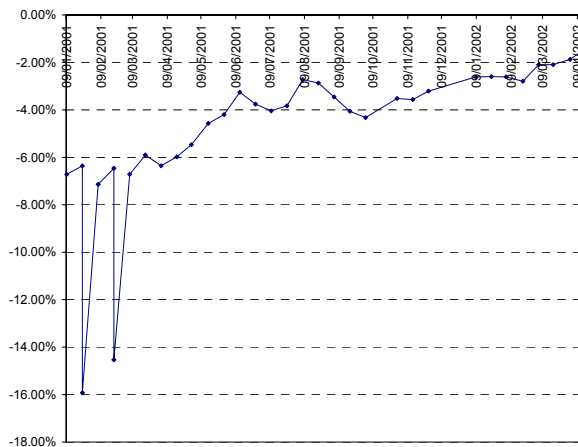
**a. CETES 28 días**  
(Diferencia porcental)



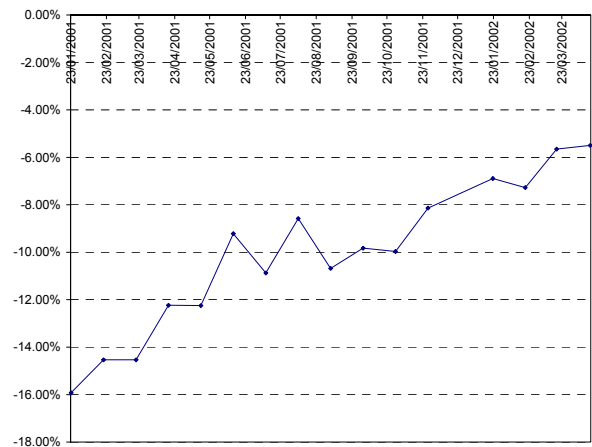
**b. CETES 91 días**  
(Diferencia porcental)



**c. CETES 182 días**  
(Diferencia porcental)

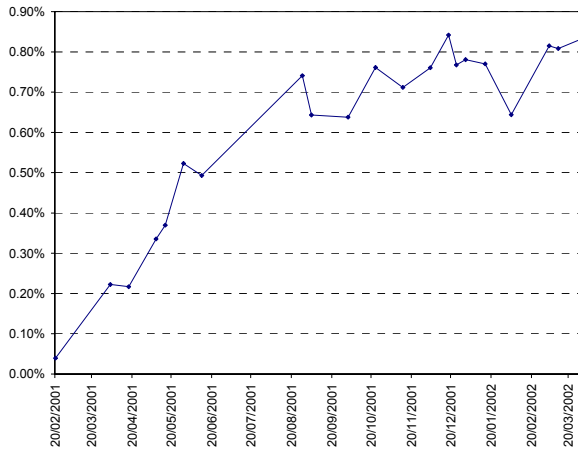


**d. CETES 364 días**  
(Diferencia porcental)

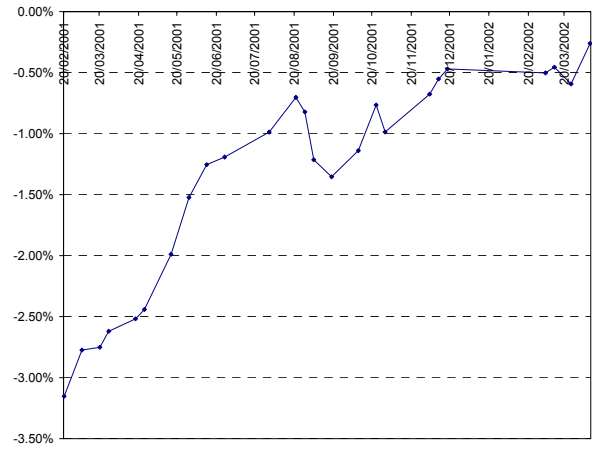


**Gráfica 4. Diferencia de ingresos  
subasta discriminatoria (observada) vs. uniforme (hipotética)  
Muestra II**

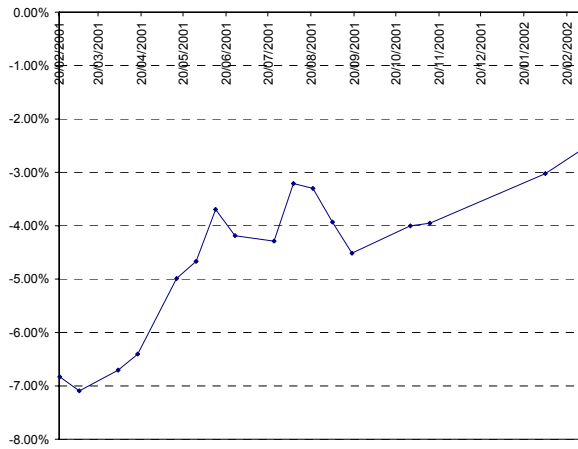
**a. CETES 28 días**  
(Diferencia porcentual)



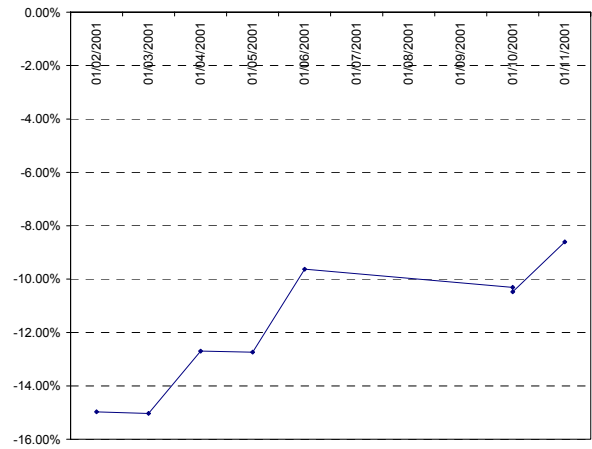
**b. CETES 91 días**  
(Diferencia porcentual)



**c. CETES 182 días**  
(Diferencia porcentual)



**d. CETES 364 días**  
(Diferencia porcentual)



## 7. Algunas implicaciones respecto a la maldición del ganador

### 7.1 Una comparación con resultados previos

Según el modelo aplicado, una posible razón por la cual un esquema uniforme pudiera producir mayores ingresos que uno discriminatorio en el caso del mercado mexicano, en contraste con los resultados que obtienen FPV para Francia, pudiera encontrarse en que la varianza condicional de la valuación de los títulos obtenida en este ejercicio es mucho mayor que la que ellos obtienen. Esto se puede interpretar como la existencia de un mayor grado de incertidumbre en el valor de los títulos, razón por la que la “maldición del ganador” sería más fuerte en el mercado de México que en el de Francia. En este sentido, en el cuadro 14 se reportan los valores de  $\alpha_l$  y  $\beta_l$  evaluados en la media muestral de  $z$ . Cabe recordar que  $V_l^{\gamma}$  sigue una distribución gamma con parámetros  $\alpha_l$  y  $\beta_l$ .

**Cuadro 14.  $\alpha_l$ ,  $\beta_l$ , media, varianza y coeficiente de variación condicionales de  $V^{\gamma 1}$**

	$\alpha_l$	$\beta_l$	Media ( $\alpha_l/\beta_l$ )	Varianza ( $\alpha_l/\beta_l^2$ )	Coeficiente de variación
<b>Muestra I</b>	125.68	117.97	1.0653	0.0090	0.0891
<b>Muestra II</b>	91.65	490.72	0.1868	0.0004	0.1071
<b>Février,Préget y Visser (2002)</b>	3045.04	848.72	3.5878	0.0042	0.0181

(1) Evaluados en la media muestral de las características

En este cuadro puede apreciarse que se obtiene una distribución de  $V_l^{\gamma}$  con una mayor varianza en ambas muestras en comparación a los resultados que obtienen FPV, misma que puede apreciarse en la magnitud del coeficiente de variación, los cuales son mucho más altos en el caso mexicano. Es decir, se puede afirmar que existe un mayor grado de incertidumbre en el mercado mexicano que en el mercado francés.

Ahora comparamos nuestros resultados con los de estudios anteriores para los CETES de 28 días. Construimos la varianza de la tasa diaria de fondeo con títulos gubernamentales en el periodo de cinco días previos e incluyendo el día de la ejecución de la subasta, es decir, la variable usada para aproximar el riesgo de reventa y la dispersión de la información en los estudios anteriores, para los períodos examinados por Umlauf (1993), Laviada et al (1997), y el presente. Para los dos primeros, construimos el ingreso del formato discriminatorio como el producto del monto emitido a través de este formato multiplicado

por el precio promedio de asignación. De manera análoga, construimos el ingreso de la subasta uniforme hipotética como el monto emitido por la suma del precio promedio de asignación y el diferencial por postura en la subasta uniforme con respecto al formato discriminatorio reportado por los autores (que en ambos casos es positivo). Entonces la ganancia de usar el formato uniforme se calcula como la diferencia entre ambos ingresos. En el Cuadro 15.1 podemos ver que hay una relación positiva entre las ganancias de usar el formato uniforme en vez del discriminatorio y la incertidumbre de mercado. Mientras que la ganancia es positiva en las subastas examinadas por Umlauf y Laviada et al, es negativa en las subastas que examinamos en la sección previa. Esto, a su vez, se conecta con una mayor volatilidad del mercado en aquéllas muestras que en la presente.

**Cuadro 15.1 Comparación del ingreso de subasta y la volatilidad del Mercado con estimaciones previas en forma reducida para CETES 28 días**

Fechas de análisis	Variable dicotómica del formato de subasta	Ingreso observado de subastas discriminatorias (millones de pesos)	Ingreso hipotético de las subastas uniformes (millones de pesos)	Diferencia en el ingreso (porcentaje)	Varianza de la tasa diaria de fondeo
Aug 1986- May 1991 (Umlauf, 1993)	2.44pb	73.742	73.742	0.000%	0.160
Jun 1995- Mar 1997 (Laviada et al, 1997)	18.96pb	8,557.539	8,557.706	0.002%	3.498
Ene 2001-Apr 2002 (presente)	--	29,657,590.272	29,398,572.997	-0.873%	0.096

Por último, buscamos el patrón descrito arriba en nuestros resultados para títulos con diferente fecha de vencimiento. Para este ejercicio, construimos la varianza del precio de reventa con los datos del Índice de Precio del mercado secundario de CETES publicado por Enlaces Prebon (IEP), la cual es una de las empresas de corretaje que opera en la Bolsa Mexicana de Valores.<sup>35</sup> Esta substitución es necesaria porque para este ejercicio necesitamos diferentes volatilidades del precio de reventa entre los plazos de los CETES, que no pueden ser generadas ni de la tasa diaria de fondeo ni del vector de precio semanal de Banxico usados antes. Sin embargo, los IEP tienen una desventaja: son índices de percepción, no índices ejecutables. Esto significa que no hay intención de comprar o de vender instrumentos a los precios cotizados. Esto puede ser una desventaja para el

<sup>35</sup> El IEP para CETES corresponde al promedio de la tasa de interés del mercado a las 12:15, determinado a través de una encuesta a 12 instituciones participantes (las fuentes para el IEP de CETES en el periodo analizado son Banamex, Bank of America, Banorte, BBV, Bital, Chase Manhattan, Citibank, ING, Invex, JP Morgan, Santander Mexicano y Serfin). Se eliminan las tres tasas reportadas más altas y más bajas, con el fin de que la tasa promedio de CETES se construya de los seis reportes restantes. El índice se construye para CETES con plazos de 28, 91, 182, y 364 días desde junio de 1996.



propósito de este ejercicio, aunque Enlaces Prebon explica que estas cotizaciones de percepción son mejores que las cotizaciones de compra y venta, porque estas últimas tienden a estar sesgadas por las posiciones del mercado que mantienen las instituciones al momento de ser encuestadas. Por otra parte, para considerar muestras comparables tomamos solo 17 subastas de cada plazo (recuérdese que los CETES con vencimiento a 364 días se subastan mensualmente, lo cual restringe el tamaño de muestra precisamente a 17). En el Cuadro 15.2 podemos apreciar la misma relación positiva entre las ganancias de usar el formato de subasta uniforme y la volatilidad del mercado en el CETES con plazos de 28, 91 y 182 días. Pero tal relación falla en el caso de los CETES a 364 días. Pensamos que esto obedece a ciertos problemas en el IEP, debidos a los bajos volúmenes de transacción que se observan para los título de mayor plazo, más que a que el mercado de reventa de dichos instrumentos sea menos incierto que para los de plazos menores.

**Cuadro 15.2 Comparación del ingreso de subasta y la volatilidad del mercado con entre plazos**

<b>Plazo CETES</b>	<b>Ingreso observado de subastas discriminatorias (millones de pesos)</b>	<b>Ingreso hipotético de las subastas uniformes (millones de pesos)</b>	<b>Diferencia en el ingreso (porcentaje)</b>	<b>Varianza de la tasa diaria de fondeo Índice IEP</b>
<b>28 días</b>	7,572.253	7,518.962	-0.70%	0.052
<b>91 días</b>	8,564.527	8,690.297	1.47%	0.064
<b>182 días</b>	5,321.119	5,511.703	3.58%	0.067
<b>364 días</b>	7,141.314	7,807.403	9.33%	0.046

## 7.2 Una simulación con señales de valor más ruidosas

En esta sección probamos la conjetura sobre la magnitud de la maldición del ganador, el grado de incertidumbre del mercado y el ingreso generado en las subastas mediante una simulación. Primero, construimos una serie de datos del precio de mercado secundario más volátil. Luego, estimamos nuevamente los parámetros del modelo estructural utilizando esta nueva serie de precios para estimar la distribución de las señales en la etapa 1, en vez de la serie original.

Para generar datos más volátiles de los precios del mercado secundario, modelamos la serie original como un proceso autorregresivo de orden 1 (AR(1)) condicional en el plazo de vencimiento de los CETES y sujeto a perturbaciones independientes e idénticamente distribuidas (i. i. d.). El valor de la varianza de las perturbaciones que este modelo produce es 2.55, mientras que el del parámetro autorregresivo es  $\rho=0.091$ . A continuación usamos

el método de Tauchen (1986) para realizar aproximaciones AR(1) y simular 180 nuevos datos del precio de mercado secundario, suponiendo que el valor de la varianza de esta serie toma el valor observado entre junio de 1995 y marzo de 1997, periodo analizado por Laviada et al (1997). Según los datos reportados en el cuadro 15.1, en ese periodo la varianza de la tasa de fondeo diaria (que es la variable usada por esos autores para medir el precio de reventa de los CETES) es 3.49. En consecuencia, la varianza de los datos de precios simulados es 55 por ciento mayor que la de los datos originales.

Los parámetros estimados con esta serie de datos se muestran en el cuadro 16. Podemos observar un mayor valor estimado para el parámetro  $\gamma$ . Este valor es congruente con un ambiente en el que los postores reciben señales menos informativas del valor de los títulos. En efecto, conforme aumenta el valor de  $\gamma$ ,  $V^\gamma$  se reduce (cabe recordar que  $0 < V < 1$ ) y la distribución de las señales  $F_{S|V,Z}(s | v_l, z_l; \theta_2) = 1 - \exp[-sv_l^\gamma]$  se colapsa. Además, conforme el valor de  $\gamma$  aumenta, se espera que el formato de subasta uniforme produzca ingresos mayores que el discriminatorio, como consecuencia de la maldición del ganador. Este es precisamente el resultado que encontramos: El nuevo ingreso total hipotético asciende a 81,506.33 miles de millones de pesos. Esta cifra no solo es 2.1 por ciento mayor que el ingreso total observado en las subastas discriminatorias, sino 0.7 por ciento mayor que el obtenido en la estimación original basada en una señal de precios menos volátil.

**Cuadro 16. Estimación de  $\theta$  en la segunda etapa usando datos simulados del precio de mercado secundario con media= 96.84 y varianza=3.49**

Estimador de alfa:		Standard Error
Constante	327.1935	0.00000015
Precio del mercado secundario	162.8496	0.00001419
Tasa de rendimiento	20.2399	0.00000151
Plazo <sup>1</sup>	447.9777	0.00000002
Estimador de beta:		
Constante	5.4844	0.00003000
Precio del mercado secundario	34.3807	0.00290531
Tasa de rendimiento	82.8601	0.00030871
Plazo <sup>1</sup>	2031.6185	0.00000309
Gamma	745.6563	14.10575237

(1) Como proporción del año.

## 8. Conclusiones

El marco de la subasta por fracción que sustenta el método de estimación estructural de FPV parece proporcionar una caracterización adecuada de las subastas de CETES en México durante el período de análisis, a pesar de sus complejidades institucionales. La

razón es que las asignaciones realizadas a través de la opción de compra han sido una proporción pequeña del monto total emitido por el gobierno federal a través de las subastas primarias. En este sentido, la asimetría que la opción de compra de los FMS puede inducir en el comportamiento de la subasta primaria no se reflejó en cambios substanciales de los parámetros estimados. Con información más detallada por postor sobre los resultados de la subasta y de la opción de compra sería deseable solucionar el sistema completo de las respuestas de equilibrio del modelo del mecanismo de ventas. Pero en México, como en muchos países, la información a tal nivel de detalle no es pública. Con los datos apropiados, también sería deseable analizar un marco con los postores asimétricos, sobre todo usando métodos de soluciones numéricas.<sup>36</sup>

Aunque los coeficientes obtenidos son significativos y tienen un tamaño plausible, el valor estimado de los instrumentos no parece ser muy sensible a cambios en las características de la subasta. Por otra parte, el signo de algunos coeficientes no resultó intuitivo y se observan algunas diferencias entre las muestras analizadas. Aún si un sesgo de muestra pequeña podría explicar estos resultados, un criterio de selección que permita escoger las variables exógenas que mejor describan la heterogeneidad de la subasta puede ser necesario. Tal criterio de selección de variables podría contribuir a aumentar el poder del método de estimación y a extender su aplicación a otros instrumentos disponibles pero con datos distintos que para los bonos cupón cero (particularmente con respecto a los precios del mercado secundarios). Por otra parte, la experimentación con otras especificaciones paramétricas del valor y de las señales individuales puede también ser deseable en el futuro.

La subasta uniforme produce un mayor ingreso que la subasta discriminatoria en el periodo analizado, dados los parámetros estimados. En el estudio de las subastas de CETES este no es un resultado nuevo. Estimaciones anteriores mediante ecuaciones de forma reducida han producido exactamente este resultado. Sin embargo, encontramos evidencia que sugiere que la volatilidad del mercado ha disminuido a través de los episodios analizados, sugiriendo que la maldición del ganador puede haber disminuido. Como consecuencia, la diferencia de ingresos de la subasta entre los dos formatos es menor en nuestro estudio que en el de Umlauf. Sin embargo, también se detecta que la diferencia del ingreso entre los

---

<sup>36</sup> Véase Armantier y Sabih (2003) u Hortacsu (2002) para las contribuciones recientes en esta área.

dos formatos de subasta varía a través de diferentes plazos de CETES. El formato discriminatorio produce un ingreso mayor que el formato uniforme en las subastas de CETES de 28, mientras que el formato uniforme produce un ingreso mayor que el formato discriminatorio en las subastas de CETES de 91, 182, y 364 días. Sin embargo, encontramos evidencia de que dicha diferencia disminuye durante el periodo analizado. Dado que lo anterior implicaría menores ganancias por sustituir un formato con otros, consideramos que esta relación positiva entre la ganancias del formato uniforme y los plazos de vencimiento coincide con la práctica adoptada por el gobierno federal de vender los títulos de tasa fija con plazos mayores a un año a través del formato de subasta uniforme.

## 9. Bibliografía

1. Armantier, O. y E. Sabih (2003), “Estimation and Comparison of Treasury Auction Formats when Bidders are Asymmetric,” mimeograph, State University of New York at Stony Brook and GREMAQ, Université de Toulouse, Mayo 2003.
2. Bartolini, Leonardo y Carlo Cottarelli (1994), “Treasury Bill Auctions: Issues and Uses,” IMF Working Paper 94/135.
3. Breedon, F. y J. Ganley (1996), “Bidding and Information: Evidence from Gilt-Edged Auctions,” Bank of England, Working Paper Series No. 42, Enero 1996.
4. Février, P., Préget, R. y M. Visser (2002), “Econometrics of Share Auctions,” Centre de Reserche en Economie et Statistique (CREST), mimeografo.
5. Fudenberg, D. y J. Tirole (1992), *Game Theory*, segunda impresión, The MIT Press.
6. Gordy, M. B. (1996), “Hedging Winner’s Curse with Multiple Bids: Evidence from the Portuguese Treasury Bill Auction,” Banco de Portugal, Research And Statistics Department WP 21-96, Diciembre 1996.
7. Green, W. H. (1993), *Econometric Analysis*, primer edición, Macmillan Publishing Company.

8. Hamilton, J. D. (1994), *Time Series Analysis*, primer edición, Princeton University Press.
9. Hausman, J. A. y W. K. Newey (1995), "Nonparametric Estimation of Exact Consumers Surplus and Deadweight Loss," *Econometrica*, Vol 63, Issue 6, Noviembre 1995, 1445-1476.
10. Hortacsu, A. (2002), "Mechanism Choice and Strategic Bidding in Divisible Good Auctions: An Empirical Analysis of the Turkish Treasury Auction Market," mimeo., University of Chicago.
11. Hortacsu, A. (2002a), "Bidding Behavior in Divisible Good Auctions: Theory and Evidence from the Turkish Treasury Auction Market," mimeo., University of Chicago.
12. *Joint Report on the Government Securities Market*, Department of the Treasury, Securities and Exchange Commission, and Board of Governors of the Federal Reserve System, United States of America, Enero 1992.
13. Laviada, B. y F. Laviada (1997), *Análisis del Mecanismo de Subastas de Valores Gubernamentales en México*, Tesis de Licenciatura en Economía, Universidad Iberoamericana.
14. Mazón, C. y S. Núñez (1999), "On the optimality of treasury bond auctions: the Spanish case," Banco de España, Documento de Trabajo No. 9905.
15. Newey, W. K. y D. L. McFadden (1994), "Large sample estimation and hypothesis testing," en R. F. Engle y D. L. McFadden, eds., *Handbook of Econometrics*, Vol. 4, 2113-2245.
16. Pagan, A. y A. Ullah (1999), *Nonparametric Econometrics*, primer edición, Cambridge University Press.

17. Pakes, A. (1991), "Dynamic Structural Models: Problems and Prospects. Mixed Continuous Discrete Controls and Market Interactions," Cowles Foundation Discussion Papers 984, Cowles Foundation, Yale University.
18. Pakes, A. (2003), "Common Sense and Simplicity in Empirical Industrial Organization," mimeo., Harvard University.
19. Scalia, A. (1998), "Bidder Profitability under Uniform Price Auctions and Systematic Reopenings," *Journal of Fixed Income*, 47-61.
20. Tauchen, G. (1986), "Finite State Markov Chain Approximations" *Economic Letters*, 20, 17-181.
21. Umlauf, S. R. (1993), "An empirical study of the Mexican Treasury bill auction," *Journal of Financial Economics*, 33, 313-340.
22. *Uniform Price Auctions: Evaluation of the Treasury Experience*, Department of the Treasury, U.S. Treasury, Octubre 1995.
23. *Uniform Price Auctions: Update of the Treasury Experience*, Department of the Treasury, U.S. Treasury, Octubre 1998.
24. Wilson, R. (1979), "Auctions of Shares," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol 93, Issue 4, Noviembre 1979, 675-689.

## 10. Apéndice

**Cuadro A.1 Mecanismo de Venta de los Instrumentos de Deuda del  
Gobierno Federal (1978-2002)**

<b>Año</b>	<b>Mecanismo</b>
1978-1982	Venta en directo a tasa fija
1982-1985	Subasta discriminatoria con oferta fija - El límite a la postura máxima asignada es 40% de la emisión
1985-julio 1986	Venta en directo tasa fija
Julio 1986-julio 1990	Subasta discriminatoria con oferta variable. - Las casas de bolsa no pueden hacer posturas por deuda que represente más del 100 veces su capital. - El límite a la puja máxima asignada es 60% de la emisión a partir de julio de 1989.
Julio 1989-enero 1993	Subasta uniforme con oferta variable
Enero 1993-abril 1994	Subasta discriminatoria con oferta variable (con montos asignables a posturas no competitivas muy reducidos).
Abril 1994-noviembre 1995	Subasta uniforme con oferta variable
Noviembre 1995-abril 2002	Subasta discriminatoria con oferta variable (con montos asignables a posturas no competitivas muy reducidos). - Ninguna institución puede hacer posturas por deuda que represente más de 100 veces su capital. - Hasta 2000 sólo los bancos tienen permitido hacer posturas en nombre de otros. - Desde enero de 2000 la SHCP puede reabrir las emisiones de CETES a 182 y 365 días. - Desde octubre de 2000 se introduce la figura de los “formadores de mercado de títulos gubernamentales”.

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe Anual (varios números) y de las circulares para los intermediarios financieros emitidas por Banco de México.

## Cuadro A.2 Principales modificaciones al mecanismo de formadores de mercado

Fecha de entrada en vigor	Modificación
Octubre de 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las instituciones que pretendan actuar como FMS deberán presentar su solicitud dentro de los primeros 10 días hábiles bancarios del semestre anterior al que pretendan actuar con tal carácter.</li> <li>- La medición del índice de actividad de las instituciones que pretendan ser FMS se llevará a cabo cada 6 meses. El índice de actividad acumulado durante el semestre anterior se utilizará como criterio para determinar los intermediarios que podrán actuar como FMS en el semestre inmediato posterior.</li> <li>- El diferencial máximo entre las cotizaciones de compra y venta en el mercado secundario se fija en 200 puntos base.</li> <li>- Los ponderadores del índice de actividad de los FMS son: 0.15 para operaciones en el mercado primario, 0.25 para operaciones con clientes, 0.40 para operaciones entre intermediarios financieros realizadas a través de casas de corretaje y 0.20 para operaciones entre intermediarios financieros realizadas a través de otro medio de concertación.</li> <li>- El monto máximo de títulos gubernamentales que podrán adquirir en su conjunto los FMS a la tasa ponderada de asignación se fija en 20% del monto total asignado en la subasta primaria.</li> <li>- El monto máximo de títulos gubernamentales que cada FM podrá solicitar a la tasa ponderada de asignación se fija en 20% del monto total asignado en la subasta primaria. Si la demanda agregada de los FMS no excede tal oferta, cada FM recibe su solicitud. Si la demanda agregada excede tal oferta, las solicitudes se atienden hasta el monto menor entre el solicitado y el que resulte de dividir la oferta entre el número de solicitantes y el resto se distribuye de manera proporcional al monto originalmente solicitado por cada FM hasta agotar la oferta.</li> </ul>
Enero de 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El monto máximo de títulos gubernamentales que cada FM podrá solicitar a la tasa ponderada de asignación se fija en el mínimo entre el 20% del monto total asignado en la subasta primaria y el monto asignado al FM en la subasta primaria. Si la demanda agregada de los FMS no excede tal oferta, cada FM recibe su solicitud. Si la demanda agregada excede tal oferta, las solicitudes se atienden de manera proporcional según el monto originalmente solicitado y el porcentaje asignado en la subasta primaria a cada FM.</li> </ul>
Mayo de 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los ponderadores del índice de actividad de los FMS son: 0.20 para operaciones en el mercado primario, 0.30 para operaciones con clientes, 0.30 para operaciones entre intermediarios financieros realizadas a través de casas de corretaje y 0.20 para operaciones entre intermediarios financieros realizadas a través de otro medio de concertación.</li> <li>- El monto máximo de títulos gubernamentales que cada FM podrá solicitar a la tasa ponderada de asignación se fija en el mínimo entre el 20% del monto total asignado en la subasta primaria y el monto total de las posturas computables presentadas por el FM en la subasta primaria. Se considera como postura computable aquella cuya tasa de rendimiento sea menor o igual que el producto de multiplicar por el factor 1.002 la tasa de rendimiento más alta que haya recibido asignación en la subasta primaria.</li> </ul>
Noviembre de 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las instituciones que pretendan actuar como FMS deberán presentar su solicitud dentro de los primeros 10 días hábiles bancarios de los meses de febrero, mayo agosto y noviembre.</li> <li>- La medición del índice de actividad de las instituciones que pretendan ser FMS se llevará a cabo mensualmente. Dicho índice incluirá la información de las operaciones que celebren las instituciones y se ordenarán en periodos de medición que correspondan a los últimos 6 meses.</li> <li>- El diferencial máximo entre las cotizaciones de compra y venta en el mercado secundario se fija en 125 puntos base.</li> <li>- El monto máximo de títulos gubernamentales que cada FM podrá solicitar a la tasa ponderada de asignación se fija en el mínimo entre el 20% del monto total asignado en la subasta primaria y el monto total de las posturas computables presentadas por el FM en la subasta primaria. Se considera como postura computable aquella cuya tasa de rendimiento sea menor o igual que <ul style="list-style-type: none"> <li>a) el producto de multiplicar por el factor 1.0035 la tasa de rendimiento más alta que haya recibido asignación en la subasta primaria, si el FM tiene el nivel máximo del índice de actividad;</li> <li>b) el producto de multiplicar por el factor 1.003 la tasa de rendimiento más alta que haya recibido asignación en la subasta primaria, si el FM tiene el segundo nivel más alto del índice de actividad;</li> <li>c) el producto de multiplicar por el factor 1.0025 la tasa de rendimiento más alta que haya recibido asignación en la subasta primaria, si el FM tiene el tercer nivel más alto del índice de actividad;</li> <li>d) el producto de multiplicar por el factor 1.002 la tasa de rendimiento más alta que haya recibido asignación en la subasta primaria, para los demás FMS.</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de las Circulares-Telefax emitidas por el Banco de México para instituciones de crédito y casas de bolsa.